

প্রথম বারের বিজ্ঞাপন।

ইয়ুরোপীয় গণিতেরা বিজ্ঞান-শাস্ত্রের যে কি পর্য্যন্ত উন্নতি করিয়াছেন তাহা বাক্য দ্বারা প্রকাশ করা যায় না। তাঁহাদিগের নির্মিত বাস্পীয়-যন্ত্র, তাড়িত-বার্তাবহ প্রভৃতি অতীব চমৎকারজনক ব্যাপার, সমস্তই তাঁহাদিগের অপূৰ্ণ ক্ষমতার দেদীপ্যমান প্রমাণ হইয়া রহিয়াছে। এই পুস্তকের মুখবন্ধে বিজ্ঞান-শাস্ত্রের নানা প্রকার ভেদরও উল্লেখ করা গিয়াছে। অতএব এই ক্ষুদ্র গ্রন্থে তাদৃশ বিস্তীর্ণ শাস্ত্রের যে অতি স্বর্ণাংশ মাত্রেরই পরিচয় প্রদান করা হইয়াছে ইহা বলা বাহুল্য।

প্রথমে মানস ছিল যে, সমুদায় বাহ্য-বিজ্ঞানটী এক খণ্ডে মুদ্রিত করিয়া প্রচারিত করিব। কিন্তু ইংরাজী পদার্থ-তত্ত্বের ভাব সকল নিত্যন্ত সংক্ষেপে প্রকাশ করিতে গেলেন পুস্তক জ্যতাস্ত কঠিন হইয়া উঠে। বিশেষতঃ বিবিধ প্রকার চিত্রের দ্বারা সেই সকল তাৎপর্য্য প্রকাশ করিতে হয়। চিত্র প্রস্তুত করার ব্যয় বাহুল্য হওয়াতে, স্মরণ্য পুস্তকের মূল্যও অধিক হইয়া পড়ে। এই সকল কারণে, জড়ের-গুণ, গতির-নিয়ম এবং ভার-মধ্য এই তিনটি প্রকরণ মাত্র একত্রিত করিয়া এই প্রথম খণ্ড প্রচারিত করিলাম। যন্ত্র বিজ্ঞান এবং বাস্পীয় যন্ত্র সম্বলিত দ্বিতীয় খণ্ড মুদ্রিত হইতে লাগিল।

এই গ্রন্থের চীকা পর্য্যন্ত সমুদায় ভাগ গুলি বিলক্ষণরূপে বৃদ্ধি হইলে, জীবন্ত কৃষ্ণমোহন বন্দ্যোপাধ্যায় কর্তৃক অনুবাদিত স্বক্ৰিদের ক্ষেত্র-তত্ত্ব এবং জীবন্ত প্রসন্নকুমার সর্বাধিকারী প্রণীত লাটীগণিত সমুদায় উত্তমরূপে জ্ঞান আবলাক-নক্সে চীকা গুলি পরিভাষা করিয়া পাঠ করিতে হইবে। মূল গ্রন্থে কোথাও ত্রুটি-গণিতের

সাহায্য গ্রহণ করা হয় না। অতএব বোধ হইতেছে, স্বাক্ষর
 বিদ্যালয়ের উচ্চ শ্রেণীর ছাত্রেরা এই পুস্তক অনায়াসে পাঠ করিতে
 পারিবেন, আর বাছারা ইংরাজী বিদ্যালয়ে প্রথম পদার্থ-বিদ্যা শিক্ষা
 করিতে আরম্ভ করিয়াছেন, তাহা হইয়া, এই পুস্তক তাঁহাদেরও কতক
 উপকারে আসিতে পারে।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, এক পুস্তক মুদ্রিত হইবার সময়ে জগলী
 নন্দাল বিদ্যালয়ের অধ্যাপক শ্রীযুক্ত রামনাথি ন্যায়রত্নের
 বিশিষ্ট সহায়তায় ইহার সংশোধন করা হইয়াছে।

এই পুস্তকের মূল্য এক টাকা স্থির করা গেল। কিন্তু কোন বিদ্যা-
 লয়ের ছাত্রেরা ইহা পাঠ করিবার নিমিত্ত লইলে প্রতি বাপি কার
 আনা মূল্যে পাইতে পারিবেন।

দ্বিতীয় বারের বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের প্রথম খণ্ড অনেকানেক বিদ্যালয়ের পাঠ্য
 পুস্তক বলিয়া নির্দিষ্ট হওয়াতে অল্পকালের মধ্যেই প্রথম বারের মুদ্রিত
 সহস্র খণ্ড পুস্তক নিঃশেষিত হইয়া গিয়াছে। অতএব সংশোধিত
 করিয়া ইহা পুনর্মুদ্রিত করা গেল এবং প্রথম বারে ইহার মূল্য এক
 টাকা ছিল এবার দশ আনা মাত্র করা গেল।

ষষ্ঠ বারের বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের দ্বিতীয় খণ্ড যন্ত্র-বিজ্ঞান ও বায়ুীয় যন্ত্রের
 বিবরণ প্রথম খণ্ডের সহিত একত্রিত করিয়া মুদ্রিত করা গেল। সমু-
 দায় পুস্তকের মূল্যও কিছুমান করিয়া এক টাকা করা গেল।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

মুখবন্ধ ।

পদার্থ-তত্ত্ব বা পদার্থ-বিদ্যা এই
হইয়া থাকিবে। কিন্তু উহা বজিলে ক্রিপা অর্থের প্রতীতি হয়,
অনুমান করি, তাহা সম্পূর্ণরূপে সকলের হৃদয়ত হয় নাই। অতএব
সর্ব প্রথমে পদার্থ-বিদ্যার স্বরূপ বর্ণনে প্রবৃত্ত হইতেছি।

পদার্থ-বিদ্যা একটি সুমহান্ কল্পরক্ষ স্বরূপ। ইহার শাখা
প্রশাখা সমুদায় অগম্যাপক। ইহার কোন কোন শাখা এমত অবনত
হইয়া আছে, যে আমাদিগের পাদম্পৃষ্ঠ তূণ লোষ্ট্রাদি মধ্যেও তাহার
প্রস্থনচয় প্রক্ষুটিত হইয়া থাকে—অভিনিবেশপূর্বক নিরীক্ষণ করি-
লেই দেখিতে পাওয়া যায়। আবার ইহার অপরাপর শাখা এমত
তুঙ্গ ও প্রশস্ত যে, অননুমিত দূরবর্তী নক্ষত্রাশিও তাহাদিগের
পুষ্পকলিকা-স্তবকরূপে প্রতীয়মান হয়। যখন আমরা উজ্জ্বল-তত্ত্ব
বা ভূতত্ত্ব নিরূপণে মনোযোগী হই, তখন আমাদিগের মম এই কল্প-
রক্ষের অধোগত শাখা কতিপয়কে অবলম্বন করিয়া ধরাপৃষ্ঠ স্পর্শ
করে, অথবা তদার্ত মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। যখন জ্যোতির্বিদেয়া
গ্রহকক্ষার পরিমাণ, ধূমকেতুদিগের পথ নিরূপণ এবং নক্ষত্রদিগের

মুখবন্ধ ।

দূরত্বাদি অনুসন্ধান করেন, তখন তাঁহারাও এই ব্লকের শাখা বিশেষকে অবলম্বন করিয়া তাদৃশ দূরত্বমানে সমর্থ হন। অতএব এই কণ্ঠক্লেশের পরিমাণ নিশ্চয় করা সর্বতোভাবে সকলেরই অসাধ্য।

কিন্তু যদিও পদার্থবিদ্যার কোন শাখা বিশেষে সম্যগ্ৰূপে পতিলাত করা এমত অসাধ্য ব্যাপার হয়, তথাপি সাক্ষাৎ পরিদৃশ্যমান যে ঈশ্বর-সৃষ্ট পদার্থ সকল তাহাদিগের কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ জানিতে অন্য কোন বিষয়ের অধিক জ্ঞান আবশ্যিক করেনা—প্রত্যুত তাহাই অন্য সকল জ্ঞানের মূল হয়। যাহা কিছু দেখা যায়, তাহারই কারণ অনুসন্ধান করিতে হয়—এইটি এমন কেন, এটি কি জন্য ঐরূপ হইল—পরিদৃশ্যমান সকল বিষয়ে উদ্বীলিত চক্ষে এবিধ বিচার করিতে আরম্ভ করিলেই তত্ত্বজিজ্ঞাসু হওয়া যায় এবং প্রকৃত প্রস্তাবে জিজ্ঞাসা করিলে অবশ্যই একপ্রকার প্রত্যুত্তর প্রাপ্তি হয়। অতএব গোটাকতক বহির্বাধা কথা লইয়া আন্দোলন করিলেই পদার্থতত্ত্বজিজ্ঞাসু হওয়া হয় না। যথার্থ জিজ্ঞাসুর ভাব স্বতন্ত্র প্রকার। তিনি এই জগতের কোন ব্যাপারই সামান্য বোধ করিয়া অবজ্ঞা করেন না। সকল কার্যেরই কারণ আছে, এই সংস্কার তাঁহার মনে অতি প্রগাঢ়রূপে বদ্ধ থাকে। তিনি জ্ঞানেন, অতি সামান্য ব্যাপারও যে কারণ হইতে উদ্ভূত হইয়াছে, অতি আশ্চর্য্য অননুভূত-পূর্ব ব্যাপার সকলও সেই কারণ হইতে উৎপন্ন হইতে পারে।

যখন জগদ্বিখ্যাত নিউটন্ আপনার উদ্যানস্থিত ব্লক হইতে একটি ফল নিপতিত হইতেছে দেখিয়া মনে মনে জিজ্ঞাসা করিলেন, এই ফল কি জন্য ভূমিতলে পতিত হইল?—নিউটন্ তখন পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইয়াছিলেন। মহামহোপাধ্যায় গালিলিও যখন গির্জাঘরে বসিয়া একটা দোহুলামাম বাড়ের প্রতি একদৃষ্টে নিরীক্ষণ পূর্বক ভাবিতে-ছিলেন, এই বাড়টা প্রথমতঃ অনেক দূর ব্যাপিয়া আন্দোলিত হইতে-ছিল, এইক্ষণে ইহার আন্দোলন ক্রমশঃ অল্প স্থান লইয়া হইতেছে,

মুখবন্ধ ।

কিন্তু স্থানের ন্যূনাতিরেক হইলেও সকল মান্দোলনেই সময় প্রায় সমান লাগিতেছে, ইহার কারণ কি?—গ্যালিলিওর এই মানস প্রশ্ন বস্তু-পদার্থ-তত্ত্ব জিজ্ঞাসুর প্রশ্ন। যখন অবিজ্ঞ আর্কিমিডিস্ স্থান করিতে গিয়া জল পরিপূর্ণ টবে নিমগ্ন হইয়া মাত্র আপনাকে লম্বু ভার বুঝিয়া মনে মনে জিজ্ঞাসা করিলেন, তখন পড়িলে সকল জবাই কিয়ৎপরিমাণে লম্বু ভার হয় ইহার কারণ কি?—তখন তিনি পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইয়াছিলেন। কোন পঞ্চম বর্ষীয় শিশুর হস্ত হইতে একটি পয়সা স্থলিত হইয়া গড়াইয়া যাইতেছিল, ঐ শিশু সমীপবর্তী স্ত্রীয় জনককে জিজ্ঞাসা করিল, পিতাঃ পরস্মৈভ্যে চেতন পদার্থ নয়, তবে গড়াইয়া যায় কেন?—ঐ শিশুও সেই সময়ে পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু বলিয়া পরিচিত হইবার যোগ্য।

তবে কি এই সর্বশেষোক্ত শিশুর এবং পূর্বোক্ত কতিপয় মহামহোপাধ্যায়ের মধ্যে কোন প্রভেদ নাই? উহাদিগের সকলেরই কি মনের প্রকৃতি একপ্রকার ছিল?—কদাপি নহে। উহাদের মানসিক প্রকৃতির পরম্পর ভেদ আছে। কিন্তু সেই ভেদের কারণ অধিক নয়। কেবল এক মাত্র কারণের নিমিত্ত উহাদিগের পরম্পর তাদৃশ্যতা এত অধিক হইয়াছে। সেই কারণের নাম অভ্যাস। যাহারা দার্শনিক তাহারা সর্বদাই আপনাদিগের মনে মনে ঐরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা অভ্যাস করিয়াছেন—শিশু কেবল একবার মাত্র তাদৃশ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করিয়াছিল। নিউটন, গ্যালিলিও, আর্কিমিডিস্ প্রভৃতি মহোদয়েরা সর্বদাই ঐ সকল ব্যাপারের অনুধাবন করিতেন। অতএব যখন তাহারা উক্ত মানসিক প্রশ্ন সকল জিজ্ঞাসা করিলেন, তখন তাহারা সহুত্তরও পাইলেন। সুতরাং পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইতে হইলে সর্বদা ঐরূপ অভ্যাস আবশ্যক করে। যাহা যাহা দেখা যায়, তাহারই কারণ অনুসন্ধান করিতে হয়। যাহা যাহা শুনা যায় পরীক্ষা দ্বারা তাহাই সপ্রমাণ করিয়া লইতে হয়।

বস্তুতঃ পদার্থ-তত্ত্বানুশীলনের এই এক সুমহৎ গুণ যে, এই শাস্ত্রের সকল তথ্যই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যায়। ইহার প্রমাণ প্রয়োগ সমস্ত প্রত্যক্ষ-মূলক। প্রত্যক্ষ প্রমাণ অন্য সর্ব্ব প্রমাণ অপেক্ষা উৎকৃষ্ট—ইহাতে সন্দেহ স্থল অস্তিত্ব নথাকে। অতএব পদার্থ বিদ্যাধয়নের এক প্রধান গুণ এই যে ইহার আলোচনা করিতে করিতে বুদ্ধি-শক্তির সমাধিক প্রার্থ্যাজন্মে। যাহারা পদার্থশাস্ত্রের অনুশীলন করেন, তাহারা কখনই কোন অপ্রামাণিক কল্পিত কথাকে প্রামাণিক বা প্রাকৃতিক বোধ করেন না—তাহাদিগের অনেক কুসংস্কার নিরাকৃত হইয়া যায়। যেমন বিভীষিকা-জনন-রাত্রিচর সকল প্রাকৃতিক অর্কমণ্ডলের জ্যোতিঃ দর্শন মাত্র দিদিগন্তরে পলায়ন করে এবং সমুদায় জীব জন্তু হর্ষোৎকম্প অন্তঃকরণে স্ব স্ব কার্য্যে ব্যাপ্ত হয়, তেমনি পদার্থ-তত্ত্ব-জনিত স্বরূপ জ্ঞানালোক মনোমধ্যে প্রবিষ্ট হইবা মাত্র ভ্রম প্রমাদ সমস্ত একবারে অন্তর্হিত হয়, এবং মনুষ্যের বুদ্ধি-বৃত্তিগণ স্ব স্ব নিয়োজিত কার্য্য সাধনে তৎপর হইয়া সাতিশয় আনন্দানুভব করাইতে আরম্ভ করে।

অপিচ, পদার্থ-বিদ্যা শিক্ষা দ্বারা যেমন বুদ্ধিবৃত্তি সমস্তের স্ফূর্তি হয়, তেমনি মনের ওদার্য্যও জন্মে। যাহা এই বিদ্যার বিষয়ীভূত তাহা অতি বিস্তারিত এবং প্রশস্ত। সেই সকলের অনুক্ষণ অনুধাবন দ্বারা মনুষ্যের মনও তাদৃশ প্রশস্ত হইবে, আশ্চর্য্য কি? যে ব্যক্তি পদার্থ-তত্ত্বগত অবিচলিত নিয়ম সমস্তের কার্য্য দর্শন করিয়া থাকেন, তিনি কি ভয় লোভাদি সামান্য কারণ বশতঃ কদাপি প্রকৃত পথের বহির্ভূত হইতে পারেন?

পদার্থ-বিদ্যানুশীলন দ্বারা যেমন বীজশক্তির স্ফূর্তি এবং মনের প্রশস্ততা জন্মে, তেমনি ইহা কর্তৃক অন্তঃকরণের কোমলতা, সাধুতা এবং নির্মলতাও সম্পাদিত হয়। যিনি যেমন দেখেন তিনি সেইরূপ হন। এই পরিদৃশ্যমান প্রকৃতি কার্য্যে নিয়মাত্মকিত্ব ব্যাপার কিছুই

নাই । ইহার অধিকাংশই একান্ত শাস্ত, মন্দ এবং কমনীয় । অতএব যিনি সর্বদা ইহার সহিত পরিচয় করিয়া, তাঁহার চিন্তাও ইহার গুণ সকলকে আকর্ষণ করিয়া অবশ্যই শাস্ত সুধীর এবং বিশুদ্ধ হয় ।

অপিচ, পদার্থ-বিদ্যা সমস্তের অভ্যাস দ্বারা জগতের নিয়ম সকল অবগত হওয়া যায় । নিয়ম কি ?—এই প্রশ্নের উত্তর করিবার চেষ্টা করিলেই বোধ হইবে, যাহাকে নিয়ম বলিতেছি তাহাকে সর্ব-নিয়ন্তা পরমেশ্বরের, ইচ্ছা বিশেষ বলিলেও বলা যায় । অতএব যে শাস্ত্র অধ্যয়ন দ্বারা জ্ঞানদীপ্তির ইচ্ছা জানিতে পারা যায় তাহা কি ধর্মশাস্ত্র হইতে অভিন্ন নহে ?



[বিষয়ভেদ দ্বারা পদার্থ-বিদ্যার বিভাগ—জড়পদার্থ
কি ?—তাহা কয় প্রকার ?—প্রাকৃতিক-কার্য্য কি ?—
তাহা কয় প্রকার ?—তত্ত্ববিষয়ক শাস্ত্র কি কি ?]

কোন প্রশস্ত বা অপ্রশস্ত স্থলে বহির্গত হইয়া একবার চতুর্দিক নিরীক্ষণ করিলেই কত সংখ্যাতীত পদার্থের প্রত্যক্ষ হয় ! কিন্তু তন্মধ্যে কে সর্বাপেক্ষে মনোযোগার্থ কিছুই নিশ্চয় করিতে পারা যায় না । যেমন অপরিজ্ঞাত এবং বিশৃঙ্খলরূপে সম্বন্ধ কোন পুস্তক হস্তে পড়িলে তাহা খুলিয়া তাহার কোথায় আদি কোথায় অন্ত কিছুই নিশ্চয় করিতে না পারিয়া মৌনভাবে এবং জ্ঞানমুখে সেই পুস্তক রাখিয়া দিতে হয়, পরিদৃশ্যমান এই প্রকৃতি পুস্তকের প্রতি হঠাৎ অবলোকন করিলেও ঠিক সেইরূপ ঘটে । অতএব যদি এই পুস্তকের অধ্যয়ন, কল্ক, কাণ্ড, ইত্যাদি বিভাগ থাকে, তাহা প্রকাশ করিতে পারিলে, ইহা পাঠ করনে কিঞ্চিৎ সাহস জন্ম ; নচেৎ এতাবৎ প্রকাণ্ড বিষয় একবারে জ্ঞানত কুরা একান্ত অসম্ভব প্রযুক্ত সঙ্গর্গ

মুখবন্ধ ।

হতাশ হইতে হয়। কিন্তু এই জগৎরূপ গ্রন্থ মনুষ্যকৃত কোন গ্রন্থ অপেক্ষা যে বিশৃঙ্খল হইবে এমনত সম্ভব নয়। ইহার প্রাকৃতিক বিভাগ অবশ্যই থাকিবে; অতএব সেই বিভাগ কি তাহা জানিতে চেষ্টা করা উচিত।

এ বিভাগ এইরূপে করা যাইতে পারে। দর্শন ইন্দ্রিয়ের অপেক্ষা স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা জ্ঞতি স্পর্শজ্ঞান জন্মে। চাক্ষুষ প্রত্যক্ষেও যখন ভ্রম হয়, তখন আমরা স্পর্শ দ্বারা সেই ভ্রম সংশোধন করিয়া লই। বিশেষতঃ যাহাকে স্পর্শ করিতে পারি তাহা যেমন সমার এবং অনলীক বোধ হয়, অন্য কোন ইন্দ্রিয়-গ্রন্থ বস্তুকে তাদৃশ সমার বা অনলীক বোধ হয় না। দেখ, কোন শিশুর সমক্ষে এক-স্থানি দর্পণ রাখিলে শিশু মুকুরে আপন শরীরের প্রতিবিম্ব দেখিয়াই নিবৃত্ত হয় না, শীঘ্র উহার পশ্চাৎ দিকে হস্তার্পণ করিয়া এই প্রতি-কৃতির স্পর্শানুভব করিতে চেষ্টা করে। অতএব যে সকল পদার্থ কেবল দর্শন-গ্রন্থ না হইয়া স্পর্শেন্দ্রিয়েরও গ্রন্থ হয়, তাহাদিগের একটি স্বতন্ত্র নাম কল্পনা করা মনুষ্যের স্বভাবসিদ্ধ বোধ হইতেছে। ফলতঃ এই সকলেরই নাম জড় পদার্থ। যদি বল, বায়ুকে স্পর্শমাত্র করিতে পারি, উহাকে দেখিতে পাই না, এবং জ্যোতিষ্ক সমস্তকে কেবল দেখিতে পাই, স্পর্শ করিতে পারি না, তবে বায়ু এবং জ্যোতিষ্কাদি কি জড় পদার্থ নয়? তাহার উত্তর এই যে, উহারা উভয়ে-ইন্দ্রিয়ের গোচর-যোগ্য এমনত প্রমাণ হয় বলিয়াই উহারা পরিশেষে জড় পদার্থের মধ্যে বিবেচিত হইয়া থাকে।

যাহা স্পর্শেন্দ্রিয়ের গ্রন্থ নহে, অপর কোন ইন্দ্রিয়ের গ্রন্থ, অথবা কেবল স্পর্শেন্দ্রিয়-মাত্রের গ্রন্থ, তাহাকে জড় পদার্থ না বলিয়া প্রাকৃতিক-কার্য বলা যায়। আলোক, শব্দ, তাপ ইহাদিগের মধ্যে কেহ কেবল দর্শনের, কেহ কেবল শ্রবণের, কেহ বা কেবল স্পর্শেন্দ্রিয়ের গ্রন্থ, অতএব উহারা জড় পদার্থ নয়—প্রাকৃতিককার্য।

এই প্রকারে বিষয় ভেদ করিয়া পদার্থ-বিদ্যাকে দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়। ইহার যে ভাগে জড়পদার্থ সমস্তের প্রকৃতি নির্ণীত হয় তাহার নাম প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত, আর যে অংশ পাঠ করিলে প্রাকৃতিক কার্য বিষয়ে জ্ঞান জন্মে, তাহাকে প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান কহে।

পুনশ্চ, বিবেচনা করিতে ইইবে যে জড় পদার্থের মধ্যে কোন প্রকার-ভেদ আছে কি না। যদি থাকে, তবে প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও অনেক অংশে বিভক্ত হইবে। মৃত্তিকা বা অন্য কোন অকৃত্রিম জড়পদার্থ লইয়া বিবেচনা কর। দেখ, এই মৃত্তিকা যে প্রকার, এবস্ত্র-কার সকল মৃত্তিকার গুণই ইহাতে আছে। এই অর্ধ তোলা পরিমিত গৈরিকের যে গুণ, গৈরিকময় পর্বতেরও সেই সমুদায় গুণ আছে। এই উপল-খণ্ডের যে প্রকৃতি, এতাদৃশ অতি বৃহৎ শিলা রাশিরও সেই প্রকৃতি। যে ব্যক্তি এক বিম্ব পরিমিত এই সকল দ্রব্যের গুণ পরীক্ষা করিয়াছে, সে ইহার পর্বত পরিমাণ রাশিরও সমুদায় গুণ আনিয়াছে। ইহাদিগের সমুদায় শরীর সম-প্রাকৃতিক।

কোন বস্তুর একটি পত্র লইয়া তাহার আকার প্রকার সমুদায় পরীক্ষা করিয়া এটি যে বস্তুর পত্র সেই বস্তুর মূল কেমন, তাহার কাণ্ড কেমন, তাহার পুষ্প কি প্রকার, তাহার ফল, কীদৃশ ইত্যাদি কোন প্রশ্নের উত্তর করিতে পারা যায় না। অতএব পূর্বোক্ত মৃত্তিকা, প্রস্তর, গৈরিকাদি হইতে ইহাদিগের এই প্রভেদ সপ্রমাণ হইতেছে যে, উহারা যেমন-সম-প্রাকৃতিক, পত্র পুষ্পাদি তদ্রূপ নহে—অর্থাৎ উদ্ভিদদিগের যেমন নানা অঙ্গ প্রত্যঙ্গ আছে, পূর্বোক্ত পার্থক্য জড় সমস্তের তাদৃশ কিছুই নাই।

অপিচ দেখ, পুষ্প পক্ষ্যাদি প্রাণী সর্বদা এক স্থানে স্থির হইয়া থাকে না, শীঘ্র শীঘ্র স্থান পরিবর্তন করে। যদি তাহাদিগকে ধরিতে যাই তাহারা ভীত হইয়া পলায়ন করে। কিন্তু কোন বস্তুর পুষ্পচয়ন

করিয়া আনিতে গেলে ইহা কদাপি পলায়নের চেষ্টা করে না।
বস্তুতঃ অঙ্গ প্রত্যঙ্গ সম্বন্ধেও ইহা সর্বতোভাবে চলঃশক্তি বিহীন।

অতএব, অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত প্রস্তর গৈরিকাদি অঙ্গ প্রত্যঙ্গ বি-
শিষ্ট, কিন্তু গতি-শক্তি-বর্জিত, রক্ষাদি, এবং অঙ্গ প্রত্যঙ্গ ও গতি-
শক্তি সম্পন্ন পশু পক্ষ্যাদি, এই ত্রিবিধ দ্রব্য আমাদের দর্শন এবং
ডক্ট উয়েস্ট্রয়ের গোচর হইতেছে—সুতরাং জড় পদার্থ তিন প্রকার
হইল।

প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও এইরূপ বিষয় ভেদানুসারে তিন ভাগে বিভক্ত
হইয়াছে। ইহার যে অঙ্গ অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত এক প্রাকৃতিক জড়
সমস্তের বিবরণ থাকে, তাহার নাম খনিজ-বিদ্যা। ধাতু—স্বর্ণ,
লৌহ, রজতাদি; প্রস্তর—মানিক্যাদি;—পার্শ্ব—মৃত্তিকা, খড়ি
গৈরিকাদি;—এই সমস্ত দ্রব্য খনিজ-বিদ্যার বিষয়ীভূত। উদ্ভিজ্জ
সমস্তের বর্ণন ও বিবরণ যে শাস্ত্রে থাকে, তাহার নাম উদ্ভিজ্জ-বিদ্যা;
এবং স্বেচ্ছা-গতি সম্পন্ন জড় সমস্তের বিবরণ যে শাস্ত্র দ্বারা অবগত
হওয়া যায়, তাহার নাম প্রাণি-বিদ্যা।

যেমন প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত ত্রিধা হইল, সেইরূপ বিষয় ভেদবশতঃ
প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান ও ত্রিবিধ হইয়াছে। কোন কোন প্রাকৃতিক-কার্য্য
এমত যে, যাহা হইতে উহার উৎপন্ন হয়, ঐ উৎপত্তি-নিবন্ধন সেই
সকল বস্তুর প্রকৃতির অন্যথাভাব হয় না। স্বচ্ছ পদার্থ ভেদ করিয়া
আলোকের গমন, হস্ত স্থলিত দ্রব্যাদির ভূমিতলে পতন, বস্তুদ্বয়ের
পরস্পর অভিঘাত দ্বারা শব্দের উৎপত্তি, ইহারা এইরূপ কার্য্য। এতা-
দৃশ কার্য্যসমস্ত বস্তুর আন্তরিক কোন ভাবের পরিবর্তন করিয়া য়ে
না, এই নিমিত্ত ইহাদিগকে বাহ্য-কার্য্য কহে। এই হেতু যে শাস্ত্র
দ্বারা ইহাদিগের প্রকৃতি নির্দিষ্ট হয়, তাহার নাম বাহ্য-বিজ্ঞান।

আর কতকগুলি কার্য্য এরূপ যে, তাহাদের উৎপত্তি নিবন্ধন প্রকৃ-
তির পরিবর্তন হয়। যথা পারদ এবং গন্ধক এই ধাতুদ্বয়ের মিশ্রণে

হিঙ্গুল বা কজ্জলি উৎপন্ন হয়—অগ্নি স্যকারে কাষ্ঠাদি দাহ্য পদার্থ সকল আলোক, এবং তাপ বিকাশিত করিয়া ভক্ষ্যমাত্রাবশেষ হইয়া যায়—এবং বায়ু বিশেষ * যোগে লোহিতবর্ণ হইয়া চূর্ণনীয় হয়, অর্থাৎ লোহে মড়িচা পড়ে । এতাদৃশ কার্য দ্বারা জীব সমস্ত রসান্তর বা গুণান্তর প্রাপ্ত হয়, এই জন্য এমনতর সকল কার্যকে রাসায়নিক কার্য কহে । যে বিজ্ঞান-কাণ্ড দ্বারা এমন কার্য সকলের প্রকৃতি অবধারিত হয়, তাহার নাম রাসায়নিক-বিজ্ঞান ।

সজীব পদার্থ সমস্তের শরীরে যে সকল রাসায়নিক বা অতি-রাসায়নিক কার্য লক্ষিত হয় তাহাদিগের নাম শারীর-কার্য । যথা মূল দ্বারা রস গ্রহণ করিয়া উদ্ভিজ্জগৎ বর্দ্ধিত হয়—আহার গ্রহণ দ্বারা প্রাণি সমস্ত পরিপুষ্ট হয়—নিশ্বাস-গৃহীত বায়ুর ক্রিয়াদংশ ণ আমাদিগের শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া তাহাকে লোহিতবর্ণ করে এবং প্রাণি-শরীরের কোন ভাগ ক্ষত হইলে তাহা পুনর্ব্বার সংশোধিত হয়, ইত্যাদি শরীরগত কার্য যে বিজ্ঞান শাস্ত্রের উদ্দেশ্য, তাহার নাম শারীর-শাস্ত্র । সেই শাস্ত্র দুই প্রকার, উদ্ভিজ্জ-শারীর এবং প্রাণি-শারীর ।

এক্ষণে বক্তব্য এই যে, প্রথমে জড় পদার্থের যে প্রকার লক্ষণ নির্দেশ করা হইয়াছে, তাহা অতিনিবেশ পূর্ব্বক বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, কি খনিজ, কি উদ্ভিজ্জ, কি প্রাণিশরীর, জড় পদার্থ মাত্রেরই কতকগুলি ধর্ম্ম সর্ব্বসাধারণ এবং কতকগুলি গুণ পরস্পর বিভিন্ন । সুতরাং বিশেষ বিশেষ গুণের পরীক্ষা করিবার পূর্ব্বে সাধারণ গুণ সমস্তের ব্যাখ্যা করা আবশ্যিক । সেইরূপ, প্রাকৃতিক-কার্য মাত্রেরও কতকগুলি ধর্ম্ম ব্যাপক এবং কতকগুলি ধর্ম্ম

* অম্লকর বায়ু—ইংরাজি অক্সিজেন ।

অম্লকর বায়ু ।

ব্যাপ্যরূপে প্রতিস্থাপন হইয়া থাকে । অতএব প্রাকৃতিক-কার্য্য মাত্রেয় ব্যাপক ধর্ম্মগুলির বিবরণ অগ্রো অবগত হওয়া নিতান্ত প্রয়োজনীয় । কলতঃ এই জনাই জড় পদার্থের নির্বিশেষ গুণ সমস্ত এবং প্রাকৃতিক-কার্য্য মাত্রেয় অন্তর্নিবিষ্ট অতিরূপ, সাধারণ ক্রিয়া, পদার্থ বিদ্যা-ধ্যয়নের উপক্রমেই অধীত হইয়া থাকে । ঐ দুই বিষয়ে কিঞ্চিৎ জ্ঞান লাভ না করিলে কি প্রাকৃতিক-ইতিহাসের, কি প্রাকৃতিক-বিজ্ঞানের, চাহারও শাখা বিশেষ অধ্যয়নে সম্যক্ অধিকার হয় না ।

পদার্থবিদ্যা এই যে সমস্ত অংশে বিভক্ত হইয়াছে, তাহা উত্তম রূপে স্মৃতিগোচর করিবার্থ অভিপ্রায়ে নিম্নে উহার কতিপয় শাখা প্রশাখা সমেত একটী আদর্শ প্রদর্শন করা যাইতেছে ।

পদার্থ বিদ্যা ।

জড়ের গুণ এবং গতির নিয়ম ।

প্রাকৃতিক ইতিবৃত্ত ।	প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান ।	প্রাকৃতিক বিজ্ঞানশাখা ।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিরহিত সম- প্রাকৃতিক জড়-পদার্থবিদ্যা, অথবা খনিজ-বিদ্যা ।	বস্তুর-প্রকৃতির-বিকার না জ- ন্মায়-এমত প্রাকৃতিক কার্য্য- বিজ্ঞান অথবা বাহ্য-বিজ্ঞান ।	(১) যন্ত্রবিজ্ঞান । (২) তরল্যবিজ্ঞান । (৩) বায়বীয়বিজ্ঞান । (৪) শব্দ বিজ্ঞান । (৫) তাপ বিজ্ঞান । (৬) দৃষ্টি বিজ্ঞান ।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট কিন্তু যে- চ্ছা-গতি-শক্তি-বর্জিত জড়- পদার্থ-বিদ্যা, অথবা উদ্ভিজ্জ বিদ্যা ।	বস্তুর-প্রকৃতির-বিকার জন্মায় এমত-প্রাকৃতিক কার্য্য-বি- জ্ঞান, অথবা রাসায়নিক- বিজ্ঞান ।	(১) অব্যূহ-পদার্থ-রসায়ন । (২) ব্যূহ-পদার্থ-রসায়ন ।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট এবং যেচ্ছা-গতিশক্তি বিশিষ্ট প- দার্থ বিদ্যা অথবা প্রাণিবিদ্যা ।	সজীব-জড়পদার্থের শরীর গত কার্য্য-বিজ্ঞান, অথবা শারীর বিজ্ঞান ।	(১) উদ্ভিজ্জ শারীর । (২) প্রাণি শারীর ।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

প্রথম অধ্যায় ।

[ইন্দ্রিয়দ্বারা কি জানা যায় ? , জড় পদার্থ আছে কি প্রকারে সিদ্ধ হয় ?

জড়ের স্বতঃসিদ্ধগুণ কি কি ? পরীক্ষাসিদ্ধগুণ কি কি ?

অনুমান সিদ্ধগুণ কি কি ?]

আমরা ইন্দ্রিয় দ্বারা জীবের গুণ জানিতে পারি । চক্ষুদ্বারা কাহার ক্রিয়ণ, স্পর্শ দ্বারা কে বন্ধুর কে মসৃণ এবং কে উষ্ণ কে শীতল, ইহা সমুদায় অবগত হওয়া যায় । সেইরূপ, শ্রবণ দ্বারা কাহার হইতে কেমন শব্দ হয় এবং ঘ্রাণেন্দ্রিয় দ্বারা কাহার কেমন ঘ্রাণ ও রসনা দ্বারা কাহার কেমন স্বাদ ইত্যাদি জ্ঞান জন্মে । ইন্দ্রিয় দ্বারা এই মাত্র জানা যায়—ইহার অতিরিক্ত কিছুই জানা যায় না ।

কিন্তু যে ইন্দ্রিয় দ্বারা হউক না কেন, যখন আমরা কোন গুণের প্রত্যক্ষ করি সেই সময়েই ঐ গুণের অধ্যায় যে কিছু অবশ্যই আছে এমত প্রতীতি জন্মে । 'কি জন্য যে ঐ প্রকার প্রতীতি জন্মে তাহা বলিতে, এবং ঐ প্রতীতি যে অবশ্যই সত্য হইবে ইহাও বিচার দ্বারা সপ্রমাণ করিতে পারা যায় না । কিন্তু বিচার দ্বারা সিদ্ধ না হউক, ইন্দ্রিয় দ্বারা বাহ্য জানা যায় সেই গুলি কেবল গুণ মাত্র এবং ঐ সকল গুণের অবশ্যই কোন আশ্রয় আছে, এতাদৃশ বোধ আমাদের প্রকৃতি-সিদ্ধ-সংস্কার-মূলক বলিতে হইবে । সুতরাং সহজ যুক্তি মিথ্যা হইতে পারে, কিন্তু এই প্রতীতির যে 'কদাপি অন্যথা হইবে এমত বিশ্বাস' হয় না ।

কলতঃ আমরা ঐ সৰ্বজনীন নৈসর্গিক সংস্কার বশতঃ যে যে আধারে ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য গুণ সমস্ত আছে বোধ করিয়া থাকি, সেই আধারেরই নাম জড়। অতএব এমত বলা যাইতে পারে যে, জড় স্বয়ং কোন ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য নয়, ইহার গুণ সমস্তই ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য।

জড় পদার্থের ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য-গুণ তিন প্রকার* ।০ তাহার মধ্যে প্রথম প্রকারের অন্তর্গত যে দুইটি গুণ আছে তাহা অতি সহজেই বুঝিতে পারা যায়। এমন কি, সেই দুইটি গুণ নাই, অথচ কোন জড় পদার্থ আছে ইহা মনেও ভাবনা করিতে পারা যায় না। এই হেতু ঐ দুই গুণকে জড়ের স্বতঃসিদ্ধগুণ বলা গিয়া থাকে। তাহার একটীর নাম বিস্তৃতি। সকল জড় পদার্থেরই বিস্তার অর্থাৎ দৈর্ঘ্য প্রস্থ এবং বেধ থাকে। কেবল দীর্ঘ অথবা দীর্ঘ এবং প্রস্থমাত্র, কিঞ্চিদ্ভিন্নও বেধ-বিশিষ্ট নয় এমত জড় পদার্থ কিছুই নাই, এবং এমন যে কোন জড় থাকিতে পারে তাহা অনুভব করাও যায় না। জড়ের স্বতঃসিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম স্থানাবরোধকতা। এই গুণ থাকাতে জড় পদার্থ যে স্থানে থাকে সেই স্থান সমুদায় কল্প করিয়া রাখে। সুতরাং দুইটি জড় পদার্থ কোন রূপেই এক সময়ে এক স্থানে অবস্থিতি করিতে পারে না। ভাবিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, কদাপি জড়ের এই গুণের অন্যথাভাব হওয়া সম্ভব নহে।

জড়ের দ্বিতীয় প্রকার যে সকল গুণ তাহা এমন সহজে বোধগম্য হয় না। যদি আগাদিগের কেবল জানেন্দ্রিয় মাত্র থাকিত এবং আমরা সচেতন হইয়া জড় পদার্থের প্রতি স্ব স্ব দৈহিক বল-প্রয়োগ করিতে না পারিতাম, তাহা হইলে কদাপি এই সকল গুণ অবধারিত হইত না। যেমন চক্ষু না থাকিলে কোন দ্রব্যের কেমন

বর্ণ কিছুই বুঝা যায় না, তেমনি সমুদায় ইন্দ্রিয় সত্ত্বেও যদি আমাদের দৈহিক বল না থাকিত (অথবা আমরা কার্য্য বিশেষে দৈহিক বলের প্রয়োগ করিতেছি এমত বুঝিতে না পারিতাম) তবে কোন প্রকারেই এই গুণ গুলির পরীক্ষা হইতে পারিত না । এই হেতু এই সকল গুণকে জড়ের পরীক্ষা-মিহ্ন গুণ বলা যায় ।

তাহার মধ্যে প্রথম গুণের নাম নিশ্চেষ্টতা । জড় পদার্থ স্থান-বরোধক—অর্থাৎ উহা যে স্থানে থাকে, সেই স্থান বন্ধ করিয়া রাখে । কিন্তু আমরা বল দ্বারা তাহাকে পূর্বস্থানচ্যুত করিয়া স্থানান্তরিত করিতে পারি । তাহা করিলেই উহার গতি হয় । অর্থাৎ জড়কে নাড়িলে নড়ে । সকল জড় পদার্থেরই যে এই গুণ আছে ইহাতে আমাদের এমত দৃঢ় প্রতীতি হইয়া গিয়াছে যে, যদিও কদাচিৎ দেখিতে পাই যে, বল প্রয়োগ করিয়া আমরা কোন জড়ের গতি জন্মাইতে পারিলাম না, তথাপি বিবেচনা করি যে, কোন শক্তান্তর ঐ স্থলে আমাদের প্রতিকূল হইয়াছে, নচেৎ অবশ্যই গতি জন্মিত ।

যেমন আমরা বল দ্বারা জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করিতে পারি, তেমনি উহার গতি আরম্ভ হইলে আবার প্রতিকূল বল দ্বারা সেই গতির নিবারণ করিতেও পারি । এই হেতু এমত সংস্কার হইয়া গিয়াছে যে, জড়ের গতি উৎপাদন করিতে বলের যেমন আবশ্যকতা উহার গতি নিবারণার্থেও বলের সেইরূপ প্রয়োজন আছে । অর্থাৎ জড় পদার্থ মাত্রই নাড়িলে নড়ে এবং থামাইলে থামে । কিন্তু তাহারা আপনা হইতে, অর্থাৎ অপরের বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে, সচল বা স্থির হইতে পারে না ।

জড় পদার্থ মাত্রেরই নির্দিষ্ট পরিমাণে বিস্তৃতি আছে । কিন্তু আমরা নানা প্রকারে বল প্রয়োগ করিয়া কখন তাহার আয়তন হ্রাস ও কখন বা বর্দ্ধিত করিতে পারি । জড়ের যে গুণ থাকাতো উহার প্রতি কোন প্রকার বল প্রয়োগ করিলে জড় স্বস্বায়ত্ত

হইয়া যায়, সেই গুণের নাম সঙ্কোচ্যতা, আর যে গুণ থাকতে বল প্রয়োগ দ্বারা উহার আয়তন পূর্বাপেক্ষা অধিক বিস্তৃত হয়, সেই গুণের নাম বিস্তার্যতা।

কোথাও কোথাও জড় পদার্থকে বল দ্বারা সঙ্কুচিত অথবা বিস্তৃত করিয়া ছাড়িয়া দিলে উহা পুনর্বার আপনার পূর্বায়তন প্রাপ্ত হয়। যে গুণের দ্বারা এইরূপ হয়, তাহার নাম স্থিতিস্থাপকতা।

যথোপযুক্ত বল-প্রয়োগ করিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, জড় পদার্থের সেরূপ আকৃতি পূর্বে ছিল, সেরূপ থাকে না। যেমন পূর্বে কথিত হইয়াছে উহা কোথাও বিস্তৃত হয়, কোথাও বা সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু স্থলবিশেষে বল-প্রয়োগ করিলে উহা নানা খণ্ডে বিভক্ত হইয়া যায়। জড় পদার্থের এই গুণের নাম বিভাজ্যতা।

এই সকল গুণ থাকতে আমরা সহজেই জড় পদার্থকে সচ্ছিন্ন বোধ করি। কারণ, সচ্ছিন্ন না হইলে উহা কদাপি সঙ্কুচিত বা কোন বস্তু দ্বারা বিদ্ধ হইতে পারিত না। কিন্তু উহা সঙ্কুচিত এবং বিদ্ধও হইয়া থাকে, অতএব ইহার এই একটি স্বতন্ত্র গুণ অবধারিত হইল। এই গুণের নাম সচ্ছিন্নতা।

জড়ের তৃতীয় প্রকার গুণ আমাদের অনুমানসিদ্ধ। কিন্তু অনুমানসিদ্ধ বলিয়া যে ঐ গুণগুলি সত্য নয়, এমত নহে। এই অনুমান সর্বতোভাবে প্রত্যক্ষ-মূলক এবং সর্ব প্রকার পরীক্ষা দ্বারা সুসিদ্ধ। বিশেষতঃ ঐ সকল অনুমান দ্বারা জড়ের যে যে গুণ কল্পনা করা গিয়াছে, সেই সকল কল্পনা দ্বারা বহুবিধ প্রত্যক্ষ-সিদ্ধ ব্যাপারের অতি সহজে মীমাংসা হইতেছে এবং ঐ সকল কল্পনা করিবার পূর্বেও যাহা জানা না ছিল সেই সকল প্রাকৃতিকার্যের কারণ অনায়াসে নির্দিষ্ট হইতেছে—তাছাড়া সহিত পূর্ব কল্পনার কোন বিরোধ হইতেছে না, সুতরাং এই কল্পনা সমস্ত ক্রমমূলক হইবে এমত কদাপি সম্ভবপর নহে।

জড়ের এই রূপ কল্পিত গুণ দুই । তাঁহার প্রথমটির নাম পরমাণু-সংহতি, অর্থাৎ অনেকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পরমাণু একত্রিত হইয়া স্থূল জড় সমুদায় জন্মায়, এই নিমিত্ত ইহাকে জড়ের স্বরূপ বলিলেও বলা যায় । কিন্তু জড় যে পরমাণু-সংহতি ইহা, অনুমান দ্বারা সিদ্ধ হইয়াছে বলিয়াই ইহাকে জড়ের অনুমান-সিদ্ধগুণ বলা গেল । অনুমান-সিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম আকর্ষণ । এই গুণ থাকাতে উক্ত পরমাণু সমস্ত অন্যোন্মের প্রতি স্ব স্ব অভিমুখে বল প্রয়োগ করে ।

এই দুই গুণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সর্বিশেষ কথিত হইবে ।

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

[পরমাণুর অনুমান কি প্রকার ?—পরমাণুর আকার কেমন ?]

কোন জড় পদার্থ লইয়া পরীক্ষা করিলেই বোধ হয় তাহাকে অসংখ্য খণ্ডে বিভক্ত করা যাইতে পারে । এক খানি কাগজ কাটিয়া দুই খানি করিতে পারা যায়, আবার সেই অর্দ্ধেরও অর্দ্ধাংশ করা যায় । এইরূপে পুনঃ পুনঃ কর্তন করিয়া তাহাকে এত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশ বিভক্ত করা যাইতে পারে যে, সেই অংশ সমস্ত দৃষ্টির অগোচর হয় । কিন্তু দৃষ্টির অগোচর হয় বলিয়াই তাহার। যে অবিভাজ্য হয়, এমত নহে । বোধ হয়, তাদৃশ দৃষ্টি-শক্তি এবং তাদৃশ যন্ত্রাদি সম্পন্ন হইলে আমরা ঐ সূক্ষ্মাংশ সকলকে আরও সূক্ষ্মতর করিতে পারিতাম ।

কিন্তু এইরূপে বিভাগ করিয়া যাইতে যাইতে অবশ্যই ইহার পরিণাম প্রাপ্ত হইতে হয়, অর্থাৎ জড় পদার্থ এমত সূক্ষ্ম অংশে

বিভক্ত হইয়া যায় যে, তাহা আর বিভাগ যোগ্য হয় না। কোন ব্যক্তি কোন কালে কোন দ্রব্যের তাদৃশ সূক্ষ্ম অংশ পর্যন্ত বিভাগ করিতে পারেন নাই বটে, কিন্তু জড়-পদার্থ আছে এমত স্বীকার করিতে হইলেই ঐ প্রকার বিভাগেরও একটা পরিসীমা আছে ইহাও অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে। কারণ ইহা বিলক্ষণ বোধ হইতেছে যে, কোন নির্দিষ্ট আয়তন-বিশিষ্ট জড়কে যদি অনন্ত অংশে বিভাগ করা যায়, তবে ঐরূপ বিভাগ করিতে করিতে উহার শেষ কিছুই থাকিত না*। কিন্তু যদি পূর্বে কিছুই না থাকে তবে পরেও কিছু থাকিতে পারে না। সুতরাং জড়ের উৎপত্তিই অসম্ভব হইয়া উঠে। এইরূপ বিবেচনা দ্বারা পণ্ডিতেরা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, সকল জড়-পদার্থই অতি বহুসংখ্যক অংশে বিভাজ্য বটে, কিন্তু কেহই অনন্ত অংশে বিভাজ্য নয়। তাহার জড়-পদার্থের ঐ সকল অতি সূক্ষ্ম অবিভাজ্য অংশকে পরমাণু কহেন।

কিন্তু ঐ সকল পরমাণু যে কত ক্ষুদ্র এবং তাহাদিগের আকারই বা কি, ইহা কোন প্রকারে প্রত্যক্ষ করিয়া নিশ্চয় করিতে পারা যায় না। কেমন করিয়া পারা যাইবে? স্বর্ণ কষিবার সময় কফি পাথরে স্বর্ণের যে দাগ পড়ে তাহারও অসংখ্য অংশ হইতে পারে। সেই সকল অংশ কোন প্রকারেই আমাদের গোলমস্তিষ্ক গোচর হয় না। কিন্তু তাহারাও এক একটা অনেক পরমাণু সমষ্টি।

ত্বক অপেক্ষা দর্শনেন্দ্রিয় সূক্ষ্ম, আবার দর্শন অপেক্ষাও বাণেন্দ্রিয় অধিক সূক্ষ্ম। অর্থাৎ যাহা দেখিতে পাওয়া যায় না তাহা-

* গণিতে যে প্রকারে বিচার করা যায় এস্থলে সেইরূপ বিচার করিলে কিছু সহজে তাৎপর্যার্থ বোধ হইতে পারে। অর্থাৎ ভাগক্রিয়ায় ভাজক যত বৃদ্ধি পায় ভাগফল ততই নূন হয়, সুতরাং ভাজক যার পর নাই এমত বৃদ্ধি পাইলে অর্থাৎ অনন্ত হইলে ভাগফল যত নূন নাই এমত হইবে, অর্থাৎ শূন্য হইবে তাহার সম্বন্ধ কি?

রও স্থান গ্রহণ করা যায় । কিন্তু দ্রব্যের অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশ আসিয়া আশাদিগুর নামা রন্ধু স্থিত কণিকগুলি আশু স্পর্শ করিলেই দ্রব্যের স্থান পাওয়া যায় । আতর, গোলাব, মৃগনাভি প্রভৃতি সুগন্ধি সামগ্রীর যে স্থান পাওয়া যায়, তাহাও এই কারণ । অতএব এক বিন্দু প্রমাণ আতর বস্ত্রে রাখিলে যদি তাহার গন্ধ দুই তিন দিন অবধি একটা গৃহ আমোদিত করিয়া রাখে, তবে বিবেচনা কর সেই আতর বিন্দু কত অসংখ্যভাগে বিভক্ত হইয়াছে, কিন্তু সেই সকল ভাগের এক একটা যে এক একটা পরমাণু তাহারও প্রমাণ নাই, সুতরাং তাহারও এক একটা পরমাণুগুণ হইতে পারে । কোন কোন শিল্প কার্যে দ্রব্যের যে রূপ সূক্ষ্ম বিভাগ করা যায় তাহাও বিবেচনা করিয়া বুঝিলে বিস্ময়াপন্ন হইতে হয় । পূর্বে ঢাকা প্রদেশীয় তন্তু-বারেরা ৫০০ | ৬০০ মন্বরের সূত্র প্রস্তুত করিয়া তাহাতে বস্ত্র নির্মাণ করিত । কথিত আছে, ঐ সকল বস্ত্র এমত সূক্ষ্ম হইত যে, প্রাতঃ-কালে শিশির সিক্ত ঘাসের উপর তাহার এক খণ্ড বিস্তৃত করিয়া দিলে সহজে দৃষ্টিগোচর হইত না ।

সূক্ষ্ম কাচের নসের দুই দিক ধরিয়া সাতিশয় অগ্নির উত্তাপে কোমল করত ক্রমে ক্রমে টানিতে থাকিলে উভ্যক্রে এমত সঁক করা যায় যে, সেই কাচমল ঠিক এক গাছি ধেসমের ন্যায় সূক্ষ্ম এবং কোমল হয় । কিন্তু জল দিয়া দেখিলেই বোধ হয় তাহারও ভিতর ছিদ্র থাকে । ঐ নল যদি কোমল না হইত তবে উভ্যক্রে লোমকূপ দিয়া অনায়াসে শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট করা বাইত—তাহাতে বেদনা বা ক্ষত হইত না ।

প্লাটিনাম নামক এক প্রকার ধাতু আছে । ঐ ধাতুর অতি সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত হইয়া থাকে । তাহা এমত সূক্ষ্ম হয় যে, দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দর্পণের ভিতর দিয়া দেখিলেও উর্দাভের সূত্র অপেক্ষা অধিক সূক্ষ্ম দেখায় না । উলফটন সারুইচ ঐ তার প্রস্তুত করিবার রীতি প্রকাশ

করেন। স্বর্ণকারেরা যে প্রকারে গুণোটানিয়া স্বর্ণ রৌপ্যাদির তার প্রস্তুত করে ঐ সাহেবও প্রথম সেই প্রকারে প্লাটিনমের তার প্রস্তুত করিতেন। তাহার পর ঐ স্বর্ণ তারকে দ্রব রৌপ্যে মগ্ন করিলেই উহার চতুর্দিকে রৌপ্য লাগিয়া উহা কিঞ্চিৎ স্থূল হইত। পুনর্ব্বার সেই রৌপ্য মগ্নিত তার লইয়া গুণোটানিয়া তাহা বৈ আরও স্বক্ষ্ম করিতেন। বারম্বার এইরূপ করিলেই তিতরের প্লাটিনম তার ক্রমে এত স্বক্ষ্ম হইত। পরিশেষে ঐ তারকে লইয়া মহা-যবক্ষারাক্ত * নামক এক প্রকার দ্রাবকে মগ্ন করিলেই উহার উপরকার রৌপ্য দ্রব হইয়া তিতরের প্লাটিনমুক্তার প্রকাশ হইত। ঐ তার এমত স্বক্ষ্ম যে, তেমন দেড় শত তার একত্রিত করিলে এক গাছি স্বক্ষ্ম রেসমের সূত্রের ন্যায় স্থূল হয় এবং আড়াই সের প্লাটিনমের ঐরূপ তারে সমুদায় পৃথিবীর পরিধি পরিবেষ্টিত হইতে পারে।

কিন্তু প্রকৃতি-কার্য্যেই এই বিষয়ের সর্ব্বোৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত পাওয়া যায়। তণুবীক্ষণ দ্বারা এমত সকল কীটাণু দৃষ্ট হইয়াছে যে, তাহাদিগের ১০ লক্ষকে একত্র করিলে এক বালুকারেণু অপেক্ষা বড় দেখায় না। কিন্তু ঐ সকল জীবেরও অঙ্গ প্রত্যঙ্গাদি সমুদায় আছে, তাহারাও পানভোজন করে। সূতরাং তাহাদিগেরও অস্ত্র, পাঁকস্থলী, ইন্দ্রিয়-দ্বার সমুদায় আছে। তাহারাও আমোদ প্রমোদ করে অন্যান্য কীটাণুকে ভক্ষণ করে, এবং আমাদিগের শরীরের রক্তে ঘেরূপ কীটাণু সমস্ত বাস করে- উহাদিগের শোণিতেও সেই রূপ তদপেক্ষাও ক্ষুদ্রতর অণু-কীট সকল বাস করে! উহারা কেমন ক্ষুদ্র?—কিন্তু উহারাও বহু পরমাণুর সমষ্টি!।

যদি পরমাণু এমত ক্ষুদ্র হইল তবে সেই পরমাণুর আকার প্রকার কখনই প্রত্যক্ষ গোচর হইতে পারে না। কিন্তু মনুষ্যের স্বভাব এমত

নয় যে, কোন বৈষম্য দেখিয়া একেবারে মিশ্রিত হইয়া থাকে। 'যতই কেন কঠিন বিষয় হউক না, মনুষ্যেরা তাহার এক প্রকার মীমাংসার চেষ্টা অবশ্যই করেন। এই বিষয়েও এইরূপ করিয়া এক প্রকার সিদ্ধান্ত স্থির করিয়াছেন। কিন্তু তাহা সমুদায় স্পষ্ট বুঝিতে হইলে গণিত এবং রাসায়নিক বিজ্ঞানে সমীচীন ব্যুৎপত্তি থাকা আবশ্যক। অতএব এই স্থলে তাহার স্থূল তাৎপর্য মাত্র প্রকাশ করা যাইতেছে।

দেখ, স্থপতিরা কোন নির্মাণ কার্যে ব্যাপৃত হইবার আগে সেই নির্মাণকর্মের উপযুক্ত দ্রব্যাদির আয়োজন করিয়া থাকে। যদি গোলাকার স্তম্ভ গ্রথিত করিবার আবশ্যকতা হয়, তবে তাহারা প্রথমে ইষ্টকগুলিকে কাটিয়া গোল গোল করিয়া লয়। অপিচ ঐ প্রকার ইষ্টকে যে স্তম্ভ গ্রথিত হয়, সেই স্তম্ভ ভাঙ্গিতে গেলেও উহা সহজেই গোল গোল হইয়া ভাঙ্গে—অন্য কোন প্রকারে তেমন সহজে ভাঙ্গে না। অতএব যদি কি প্রকার ইষ্টকে কোন স্তম্ভ নির্মাণ হইয়াছে তাহা পূর্বে জানা না থাকে, তথাপি যদি দেখিতে পাই যে, তাহাকে খণ্ড খণ্ড করিলে প্রত্যেক খণ্ডই গোলাকার হয়, তবে অবশ্যই অবধারিত করিতে পারি যে, ঐ স্তম্ভ গোল গোল ইষ্টকে নির্মিত হইয়াছিল। আবার দেখ, মনুষ্যেরা ইষ্টকের আকার ঘন-চতুষ্কোণ করিয়া থাকে; সর্বদা ঐরূপ করিবার তাৎপর্য এই যে, তাদৃশাকার ইষ্টক দ্বারা ঘন-চতুষ্কোণ প্রাচীরাদির নির্মাণ অতি অনায়াসেই নির্বাহিত হয়। প্রাচীর সমস্ত ভাঙ্গিলেও কি ক্ষুদ্র কি বৃহৎ যত খণ্ড হয় সকলই ঘন-চতুষ্কোণের ন্যায় হয়।

অতএব নিশ্চিত হইল, যদি কোন দ্রব্য সর্বদা আপন হইতেই কোন নির্দিষ্ট আকার ধারণ করে, এবং যদি তাহাকে ভাঙ্গিলে তাহার সকল খণ্ডই উক্ত নির্দিষ্ট আকার সম্পন্ন হয়, তবে ঐ দ্রব্য যে সকল সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশের সংযোগে নির্মিত হইয়াছে, সেই সকল সূক্ষ্মভাগও তদাকার হইবে।

পণ্ডিতেরা এই সাংদৃষ্টিক ন্যায়ের অঙ্গগামী হইয়া কোন দ্রব্যের পরমাণুর কি আকার তাহা অনুমান করিয়াছেন। তাঁহারা দেখিয়াছেন যে, সর্বপ্রকার কঠিন ও তরল এবং অনেকানেক বায়বীয় পদার্থের বিশেষ বিশেষ আকারে সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম দানা জন্মে। চিনি লবণ অথবা অন্য কোন দ্রব্য লইয়া পরীক্ষা কর। প্রথমে ঐ দ্রব্যের অতি সূক্ষ্ম চূর্ণ প্রস্তুত করিয়া উহাকে জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া দেও। পরে সেই জলে জ্বাল দিয়া ক্রমে ক্রমে শুষ্ক করিতে থাক। যদি লবণ লইয়া পরীক্ষা কর তবে দেখিতে পাইবে যে, জল শুষ্ক হইয়া গেলে ঐ লবণের প্রতি অণুখান-চতুষ্কোণ হইবে। অতি সূক্ষ্ম সূচীর মুখে ঐ লবণের যে ভাগ উঠে, তাহাও অণুনীক্ষণ দ্বারা দেখিলে অনেকগুলি ঘন-চতুষ্কোণ বোধ হইয়া থাকে। এইরূপ সর্ব দ্রব্যেরই নির্দিষ্ট রূপ দানা হয়। ইহা এমত স্থির নিশ্চিত হইয়াছে যে, পণ্ডিতেরা কোন দ্রব্যের নাম শুনিলেই তাহার দানার কি আকার হইবে বলিতে পারেন। সেই দানার যে আকার, ঐ দ্রব্যের পরমাণুরও সেই আকার অবধারিত হয়। *

এক্ষণকার অনেকেরই এইরূপ মত বটে, কিন্তু কোন কোন পদার্থ-বিৎ পণ্ডিত কহেন যে সকল দ্রব্যের পরমাণুরই আকার এক প্রকার, অর্থাৎ পরমাণু মাত্রেই গোলা।

* পরমাণু শব্দটির ব্যবহার অস্বদেশীয় নৈয়ামিকদিগের মধ্যে প্রচলিত আছে। এই হেতু তাঁহারা পরমাণুর আকার সম্বন্ধে যাহা বলেন তাহা এই স্থলে প্রকটিত করিতে হইল। নৈয়ামিকেরা কহেন ত্র্যসরেণুক গুলির অবয়ব আছে এবং তাহারা চক্কুগোচর হয়। কিন্তু তাঁহাদিগের মতে দুইটি পরমাণুতে একটি দ্যণুক এবং তিনটি দ্যণুকে একটি ত্র্যসরেণু হয়। তবে প্রতি ত্র্যসরেণুতে ছয়টি মাত্র পরমাণু থাকে। যদি ত্র্যসরেণুক দৃষ্টিগ্রাহ্য হয় তবে অতি সামান্য চসমা দ্বারা দেখিলে পরমাণুরাও দৃষ্টিগোচর হইতে পারে। কিন্তু দ্রব্য সমস্ত যেরূপ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হইতে পারে বলা গিয়াছে তাহা স্মরণ করিলে বোধ হইবে যে, একটি ত্র্যসরেণুকের কথা দূরে থাকুক লক্ষ লক্ষ ত্র্যসরেণুক সমষ্টিও

তৃতীয় অধ্যায়

-১-

[পরমাণুর সংহতি কি প্রকারে হয়—? এ) চীনদিগের মত—নব্যদিগের মত—

পরমাণুর আকর্ষণ—তাহার নাম ভেদ—বিপ্রকর্ষণ—

এই বিষয়ে মতভেদ।]

পরমাণু সমস্ত অত্যন্ত ক্ষুদ্র, এবং সেই সকল অতি হৃদয় হৃদয় পদার্থের যোগেই স্থূল জড় সমুদায় জন্মে, প্রাচীন পণ্ডিতেরাও এইরূপ স্বীকার করিয়া গিয়াছেন। কিন্তু ঐ পরমাণু সকল কি হেতু পরস্পর সংযুক্ত হয় এবং তাহাদিগের সংযোগের নিয়মই বা কি, তাঁহারা ইহার বিশেষ সিদ্ধান্ত করিবার চেষ্টা করেন নাই।

বস্তুতঃ তাঁহারা যেখানে কল্পনা মাত্রকে অবলম্বন করিয়া পদার্থ তত্ত্বানুসন্ধান করিতেন তাহাতে পরমাণু সংযোগের কারণ নির্দিষ্ট করা অনায়াসেই হইত। তাঁহারা দেখিতেন কোন দ্রব্যের শুষ্ক চূর্ণ কিঞ্চিৎ জল দিয়া ত্রক্ষণ করিলে অনেকস্থলেই ঐ চূর্ণ পিণ্ডাকার হয়। এই মাত্র দেখিয়াই তাঁহাদিগের সিদ্ধান্ত হইয়াছিল যে জলই পরমাণু সংযোগের কারণ—আর তাঁহারা বলিতেন যে, জল সকল দ্রব্যেই আছে, সুতরাং উহা কর্তৃক পরমাণু সকল সংযুক্ত হইয়া স্থূল স্থূল জড় পদার্থ জন্মিয়াছে।

কিন্তু এক্ষণে আর ঐরূপ কথা যুক্তি-সিদ্ধ বোধ হইতে পারে না। পণ্ডিতেরা পরমাণু-সংহতির কারণান্তর অবধারণিত করিয়াছেন।

দৃষ্টি গ্রাহ্য হয় না। যে সকল কীটাদিশ লক্ষ মিলিত হইয়া একটি অতি ক্ষুদ্র বালুকা রেণুর প্রমাণ হয় তাহাদিগের এক একটিও আয়স্বেপক অপেক্ষা ক্ষুদ্র তথাপি তাহারা এক একটি অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি। অতএব নৈসর্গিকদিগের পরমাণু বাস্তবিক পরমাণুর সহিত তুলনা করিলে পক্ষতাকার বোধ হয়, অথচ তাহারা উহার অবয়ব নাই বলেন।

তাহারা ঐ কারণকে পারমাণবাকর্ষণ কহেন। তাহাদিগের মতে পরমাণু সমস্তের এমন একটা প্রকৃতিগত গুণ আছে যে, তাহারা অন্যান্যকে অন্যান্যের আকর্ষণে আকর্ষণ করে। দ্বিতীয়াধ্যায়ের শেষ ভাগে লবণচূর্ণ করিয়া পরীক্ষা করিবার যে রূপ প্রথা বর্ণিত হইয়াছে এবং উক্ত প্রকার করিলে যে রূপ লবণের দানা জন্মে বলা গিয়াছে, তাহা অভিনিবেশপূর্বক বুঝিলেই নিশ্চয় হইবে যে, লবণের অণুগুলি অবশ্য পরস্পর আকর্ষণ করিয়া মিলিত হয়; নচেৎ তাহারা চূর্ণাবস্থা হইতে কদাপি স্বয়ং সম্বন্ধ হইতে পারিত না। উহাদিগের যে পরস্পর আকর্ষণ আছে, তাহা আরও স্পষ্ট করিয়া দেখাইতে পারা যায়। সৈন্ধব লবণ এবং সোরা দুই একত্র চূর্ণ করিলে উভয়ে সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত হইয়া যাইবে। তাহার পর যদি দুইকেই জলে গুলিয়া জ্বাল দিয়া ক্রমে ক্রমে সমুদায় জল শুষ্ক করিয়া ফেলা যায়, তবে দেখিতে পাইবে যে, লবণের দানা স্বতন্ত্র এবং সোরার দানা স্বতন্ত্র হইয়াছে—লবণ এবং সোরায় যে প্রকার মিশ্রণ হইয়াছিল, আর সেরূপ নাই। যদিও সোরার দানার ভিতরে লবণের দানা জন্মিতে পারে, কিন্তু উভয়ে মিলিয়া কখন একটা দানা জন্মে না।

এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, উহারা কি হেতু ভিন্ন ভিন্ন হইল। যদি জলের সংযোগেই মিশে এমত হয়, তবে সোরা এবং লবণ দুই একত্র থাকিল না কেন?। অতএব পরমাণুদিগের পরস্পর আকর্ষণ আছে ইহা স্বীকার করিতে হইল। এইক্ষণে এমত বলা যাইতে পারে যে, যদিও সর্বপ্রকার লবণ ও মৃত্তিকা এবং ধাতু ও তরল পদার্থদিগের কোন রূপে কোন রূপে দানা জন্মাইতে পারা যায় বটে, কিন্তু বায়বীয় পদার্থ মাত্রেরই উহা হওয়া অসম্ভব। বস্তুতঃ এইরূপ বিবেচনা করিয়াই কোন কোন প্রাচীন পদার্থবিৎ পণ্ডিত সিদ্ধান্ত করিয়াছিলেন যে বায়বীয় পরমাণুদিগের উক্ত প্রকার আকর্ষণ শক্তি নাই বরং তাহাদিগের পরমাণু সমস্তের বিপ্রকর্ষণ শক্তি আছে।

তাহারা কহেন, “চোঙ্গার ভিতরে বায়ু থাকিলে ঐ চোঙ্গার মুখে একটা অর্গল ঠিক করিয়া বসাইয়া যদি বলপূর্বক প্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায়, তবে চোঙ্গার ভিতরের বায়ু সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু চাপ ছাড়িয়া দিলেই পুনর্ব্বার পূর্ববৎ বিস্তৃত হইয়া উঠে। অতএব বায়ুর পরমাণু সকলে পরস্পর আকর্ষণ শক্তি নাই।” কিন্তু অন্যান্য পণ্ডিতেরা কহেন যে, “কোন বিশেষ ক্ষেত্রাল অকলম্বনপূর্ব্বক কোন কোন বায়বীয় পদার্থের * উপর চণ দিয়া উহাদিগেরও দানা প্রস্তুত করা গিয়াছে। আর সকল প্রকার বায়ুতেই আকর্ষণ শক্তির কোন কোন লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যাইতেছে, এই হেতু যদিও সকল প্রকার বায়বীয় পদার্থের অদ্যাপি দানা জন্মাইতে পারা যায় নাই বটে, তথাপি উহাদিগেরও যে কঠিন দানা হইতে পারে, এমত বিশ্বাস করা যায়। ইহারা বলেন যে সকল প্রকার পরমাণুরই দুই গুণ আছে। একটা গুণ থাকাতে তাহারা পরস্পরকে টানে, অপর গুণ দ্বারা তাহারা পরস্পরকে দূরবর্তী করে। আমরা নানা উপায় দ্বারা ঐ দুই শক্তির কখন একটিকে কখন অপরটিকে স্বেচ্ছাক্রমে হ্রাস বা সম্বদ্ধিত করিতে পারি। কোন কারণ বশতঃ বায়বীয় পদার্থে বিপ্রকর্ষণ শক্তি অধিক হইয়া আছে। সেই আধিক্য নিবারণের উপায়াবধারণ হইলেই উহাদিগের সকলকেই অনায়াসে ঘন করিতে পারা যাইবে। পেরস্ক তাহারা বায়বীয় দ্রব্যের পরমাণুতে কেবল বিপ্রকর্ষণ শক্তি কল্পনা করেন, তাহারাও অন্য লব্ধ স্থলে পরমাণবাকর্ষণ স্বীকার করিয়া থাকেন।

এই পরমাণবাকর্ষণ নানা স্থলে নানারূপে প্রতীয়মান হয়। সূত্রবাৎ ভিন্ন ভিন্ন কার্যানুসারে ইহার ভিন্ন ভিন্ন সংজ্ঞাও হইয়াছে। ক্রমশঃ সেই সকল সংজ্ঞার উল্লেখ করা যাইতেছে।

* অঙ্গারাম বায়ু যাহাকে ইংরাজিতে কার্বনিক অক্সিজেন বলে, তাহার এইরূপ হয়।

১।—যে স্থলে অনেকগুলি পরমাণু পারস্পর আকৃষ্ট হইয়া স্থূল জড় পদার্থের উৎপাদন করে, সেই স্থলে ঐ আকর্ষণকে যোগাকর্ষণ বলা যায়। এই যোগাকর্ষণের প্রাচুর্য্য বশতঃ কোন কোন দ্রব্য অত্যন্ত কঠিন হয়; বিশিষ্ট বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে তাহাদিগের আকর্ষণ বিমোচন করিয়া খণ্ড খণ্ড করা যায় না। লৌহ, প্রস্তরাদি যে এত কঠিন তাহার কারণ কেবল উহাদিগের পরমাণু সমস্তে যোগাকর্ষণের আধিক্য মাত্র।

২।—যে স্থলে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার পরমাণু পারস্পর আকৃষ্ট হইয়া এমন মিলিত হইয়া যায় যে, তাহারা কদাপি বিভিন্ন ছিল ইহা কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা প্রত্যক্ষ করা যায় না, এবং তজ্জন্য উহাদিগের গুণান্তর উৎপন্ন হইয়া উঠে; সেই সকল স্থলে পরমাণবাকর্ষণের নাম রাসায়নিক আকর্ষণ হয়। পারা এবং গন্ধকে মিলিত হইয়া যে একটা স্বতন্ত্র পদার্থ হিজল অঙ্গে, এই রাসায়নিক আকর্ষণই তাহার কারণ।

৩।—পরমাণু সকলের প্রত্যেকের স্বরূপ আকর্ষণ আছে উহাদের সমষ্টি হইলে তাহাদেরও সেইরূপ পারস্পর আকর্ষণ হইয়া থাকে। এইরূপ আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ। চন্দ্র ও সূর্য্যের মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে সমুদ্রে এবং তথা হইতে নদীতে জলোচ্ছ্বাস হইতেছে—পৃথিবীর প্রবল মাধ্যাকর্ষণ বশতঃ ইহার সমীপস্থ সকল জড় পদার্থ ইহাতে বদ্ধ আছে এবং সেই হেতু সকল দ্রব্যকেই ভারী বোধ হইতেছে।

এই সকল আকর্ষণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সনিস্তার কথিত হইবে।

চতুর্থ অধ্যায় ।

[পাঞ্চভৌতিক মত কি ?—পাঞ্চভৌতিক মতের প্রধান হওয়াতে চিকিৎসা
এবং কৃষি বিদ্যার কিরূপ উপকার দর্শিয়াছে ।]

অতি প্রাচীনকালাবধি সর্বদেশীয় পণ্ডিতবর্গের অনুভব ছিল যে, পৃথিবীতে যে নানাবিধ জড়পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়, তাহারা সকলে পরস্পর ভিন্ন নয়। তাহারা দেখিতেন, প্রাণিশরীর এবং উদ্ভিজ্জাদি মৃত্তিকাসাৎ হইলে ক্রমে ক্রমে পচিয়া মৃত্তিকা হইয়া যায়। সেই সময়ে উহা হইতে জলবৎ রস নির্গত হয়, বৃদ্ধবৃদ্ধ সহকারে বায়ু উঠে, এবং প্রায় সকলই কিছু কিছু উষ্ণ হয়। এইরূপ দেখিয়াই তাহারা নিশ্চয় করিয়াছিলেন যে, জগতের তাবৎ দ্রব্যই মৃত্তিকা, জল, বায়ু এবং বহ্নি এই চারিটির যোগে জন্মে—আর আকাশ সকলের মধ্যে আছে। তাহারা ঐ পাঁচটিকে ভূত বলিয়া নির্দেশ করিতেন, সুতরাং তদবস্থিতি সমুদায় বস্তুকেই পাঞ্চভৌতিক পদার্থ বলিয়া সিদ্ধান্ত করিতেন।

এক্ষণে এই পাঞ্চভৌতিক মতকে পণ্ডিতেরা আর যুক্তিসিদ্ধ বোধ করেন না। তাহারা নানারূপ পরীক্ষা দ্বারা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, ভূতের সংখ্যা পঞ্চ-নহে, উহার সংখ্যা সমুদায়ে ষড়্-বহ্নি।

তাহারা যে দ্রব্যে যে যে প্রকার পরমাণু আছে বলেন; ঐ দ্রব্য হইতে সেই সেই প্রকার পরমাণু বাহির করিতে পারেন। আর তাহারা বিভিন্ন প্রকার দ্রব্য হইতেও বিশেষ পরমাণু কতকগুলি সংকলন করিয়া অপরাপর অনেক দ্রব্য প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন। তাহার কতিপয় উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে। নব্য রসায়নবেত্তাবিগের মতে জল

ভৌতিক পদার্থ নয়—উহা মিশ্র পদার্থ। অর্থাৎ উহা দুইটির মিশ্রণে জন্মে। তাঁহারা জলকে দুই ভাগ করিয়া ঐ দুই ভাগের যে ভিন্ন ভিন্ন গুণ আছে, ইহা স্পষ্টরূপে দেখাইতে পারেন। আবার তাঁহারা বলেন যে, জল যে দুইটি পদার্থের যোগে জন্মিয়াছে, তাহার একটি লোহের মলে * এবং অপরটী মৃদজারে † আছে। তাঁহারা ঐ দুই জব্য হইতে উক্ত দুইটি পদার্থ সংগৃহী করিয়া জল প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন।

যেমন জল মিশ্র-পদার্থ, বায়ুও সেইরূপ। ইহাও দুই প্রকার পদার্থের মিলনে উৎপন্ন হইয়াছে। রসায়ন-শাস্ত্র-ব্যবসায়ীরা বায়ুকে বিভাগ করিয়া ঐ দুই প্রকার পদার্থের পরস্পর বিভিন্ন গুণ প্রমাণ করিয়া দিতে পারেন। আবার বায়ুর মৌলিক উক্ত দুই জব্য যাহাতে যাহাতে আছে, তাহা হইতে (যথা সোরা ‡ এবং জল § হইতে) সেই দুই জব্য লইয়া বায়ু প্রস্তুত করিতে পারেন। রসায়ন-শাস্ত্র-ব্যবসায়ীরা যন কঠিন পদার্থ মাত্রকেই, হৃদিকার বোধ করেন না। তাঁহারা বলেন যে, উহাদিগের মধ্যে যাহা হইতে যাহা উৎপন্ন হইতে পারে তাহা হইবে এক, অপর সকলে ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ। স্বর্ণ হইতে রৌপ্য হয় না, রৌপ্য হইতে স্বর্ণ হয় না, আর উহাদিগের কাছা হইতেও প্রস্তর জন্মে না, অতএব উহার সকলেই এক একটি স্বতন্ত্র পদার্থ বলিয়া গণ্য হয়।

এইরূপ প্রত্যেক প্রমাণ দ্বারা এইকণে নিশ্চিত হইয়াছে যে, পরমাণু সমস্ত পরস্পর মিলিত বা বিযুক্ত হইয়া অন্যান্যের বিকার জন্মাইতেছে—বিনা কারণে তাহাদিগের কাহারও বিকৃতি হইতেছে

* অম্লকর বায়ু।

† জলকর বায়ু, ইহার ইংরাজী নাম হাইড্রোজেন।

‡ যবক্ষার জলক বায়ু, ইংরাজী নাম নাইট্রোজেন।

§ অম্লকর বায়ু।

না—আর তাহাদিগেরই সংযোগ বিরোধ বই জগতে অন্য কোন বাহ্য-ক্রিয়াও নাই।

সুতরাং যদি সংযোগ বিরোধ ব্যতিক্রমে অপর কোন ক্রিয়া না থাকে, তবে পরমাণুর উৎপত্তিও নাই এবং ধ্বংসও নাই। লোকে বোধ করে যে, কোন দ্রব্যকে দগ্ধ করিয়া ফেলিলে, সেই দ্রব্য আর থাকে না। কিন্তু বাস্তবিক তাহা নয়। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, কোন দ্রব্যকে দগ্ধ করিলে, তাহার পরমাণু সমস্তই সংযোগ শিথিল হইয়া যায় মাত্র, উহার একটাও বিনাশ প্রাপ্ত হয় না। কোন উপযুক্ত পাত্রে কাঠচূর্ণ রাখিয়া পাত্রের মুখ উত্তমরূপে বন্ধ করত, যদি জ্বাল দেওয়া যায়, তবে ঐ কাঠ দগ্ধ হইয়া তাহার পরমাণু সকল শিথিল হওয়াতে কতক ভাগ কঠিন ভস্ম, কতক ভাগ জলবৎ তরল, আর কয়দশ বায়বীয় আকার ধারণ করিয়া থাকে। পাত্রের মুখ খুলিয়া দিলে বায়বীয় অংশ বাড়ির হইয়া যায়, এই জন্য তাহার পর ঐ পাত্র পূর্ব্বাপেক্ষা লম্বু হইয়া পড়ে।

বস্তুতঃ পরমাণুর উৎপত্তিও নাই বিনাশও নাই। যে দ্রব্য মাটিতে পড়িয়া পচিতেছে তাহার পরমাণু সমস্ত কতক বায়ুতে আর কতক পৃথিবীতে থাকে। আবার সেই সকল পরমাণুই সংযুক্ত হইয়া অন্য দ্রব্যে মিশ্রিত হয়। যে স্থলে শব্দদাহ হয় সেই স্থানের মৃত্তিকাতে ঐ শব্দশরীরের কতক পরমাণু থাকে—ঐ স্থানে যে উদ্ভিজ্জ উদ্ভে তাহার মূল দ্বারা ঐ সকল পরমাণু কতক উঠিয়া আইসে, এবং তদ্বারা উদ্ভিজ্জ শরীর পুষ্ট হয়; সেই উদ্ভিজ্জ ভক্ষণ দ্বারা যে পশু স্ত্রীয়ে দেহ রক্ষা করে, তাহার শরীরেও ঐ পরমাণু প্রবিষ্ট হয়। আবার সে মরিলে ঐ সকল পরমাণু অন্য নানা প্রকারে অপর প্রাণিশরীরে আসিয়া থাকে। জগতে অমুকল এইরূপই হইতেছে। পুষ্করিণীর জল শুষ্কবায়ু সংযোগে বাষ্প হইয়া বায়ুতে উঠিতেছে। কিন্তু ঐ বাষ্পই আবার ঘনীভূত হইয়া পৃথিবীতে বৃষ্টি বা শিশিরের আকারে

পড়িতেছে, তাহার কণামাত্র জলেরও বিনাশ হইতেছে না—কেবল উহার স্থানান্তরতা এবং অনেন্দ্র সংযোগে রূপান্তরতা মাত্র ঘটিতেছে। আমরা যে নিশ্বাস ত্যাগ করিতেছি তাহার সহিত আমাদের রক্ত হইতে একটি পদার্থ * নির্গত হইয়া যাইতেছে। উদ্ভিজ্জেরা সমস্ত দিবস সেই পদার্থ গ্রহণ করিয়া পুষ্ট হইতেছে, অতএব যখন আমরা তাহাদিগকে ভক্ষণ করিয়া আপনাদিগের শোণিত সম্বর্জন করিতেছি, তখন যে পরমাণুগুলি আমাদের শরীর হইতে নির্গত হইয়াছিল, তাহাদিগকেই পুনর্ব্বার ফিরিয়া পাইতেছি।

আমরা যাহা ভক্ষণ করি তাহাই আমাদের মজ্জা, শোণিত, মাংস, মেদ, অস্থি প্রভৃতি সমুদায় ধাতু হয়। উদ্ভিজ্জগণ যে ভূমিতে জন্মে তাহার রস, এবং বায়ু হইতে উহারা যে যে প্রকার পদার্থ গ্রহণ করিতে পায় তাহা, এই সকলে মিলিয়া উহাদিগের মূল, কাণ্ড, শাখা, পত্র, ফল, পুষ্পাদিরূপে পরিণত হয়। প্রাণী বা উদ্ভিদ শরীরে যে আশ্চর্য্য কৌশল সংস্থাপিত হইয়াছে তদ্বারাই এই অপূর্ব পরিবর্ত্ত সকল সংঘটিত হইতেছে। কিন্তু ইহা বলিয়া যে, উদ্ভিদ শরীরদিগের মধ্যে কোন নূতন প্রকার পদার্থের উৎপত্তি হইতেছে এমন নহে। যন্ত্র-পাফ বিশেষ দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের পরমাণুর ভিন্ন ভিন্ন একত্রে সংযোজন ও বিয়োজন হয়, নূতন কিছুই উৎপন্ন হইতে পারে না। প্রাণী এবং উদ্ভিদ শরীর একটি অদ্বুত যন্ত্র মাত্র। নূতন কিছু প্রস্তুত করণে ইহারও সামর্থ্য নাই। যাহা আহার করা যায় তাহারও এক অণুমাত্র নষ্ট হয় না। মল, মূত্র, ঘর্ম্ম এবং প্রস্রাসাদি দ্বারা আমাদের ভক্ষিত দ্রব্য সকল পুনর্ব্বার পৃথিবীতে এবং বায়ুতে প্রত্যাবর্ত্তন করে, আর শরীরের সহিত যাহা থাকিয়া যায় তাহাও মৃত্যু হইলে আর স্বতন্ত্র থাকে না; পৃথিবীতেই ফিরিয়া যায়, অতএব প্রাণী বা উদ্ভিদ কর্তৃক ভক্ষিত হইলেই যে কিছু নষ্ট হয়, এমন নহে।

চিকিৎসা, কৃষি প্রভৃতি অনেক শাস্ত্র, এই রাসায়নিক আবিষ্কারের উপর নির্ভর করিয়া, ইদানীং সমূহ উন্নতি প্রাপ্ত হইয়াছে । বিজ্ঞ চিকিৎসকেরা বায়ুপিত্ত কফাদির বিরকার অনুসন্ধানার্থ তর্জনী মধ্যমা এবং অনামিকার উপাসনা না করিয়া শীতিল ব্যক্তির শরীরে বায়ুবিক কোম্‌ ধাতুর অভাব, তাহা নষ্ট না লক্ষণ দ্বারা নিরূপিত করিতে পারেন, এবং যে ঔষধ বা পথ্য সেবন দ্বারা সেই অভাব নিবারিত হইতে পারে তদুপযুক্ত উপদেশ দেন ।

এইরূপ কৃষিকার্য্যেও কোন্‌ উদ্ভিজে কি প্রকার পরমাণু অধিক থাকে তাহা পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত করিয়া কোন্‌ মৃত্তিকাতে সেই পরমাণুর ভাগ অধিক ইহা নিশ্চিত করিতে হয়, সুরতাং সেই স্থানে তাদৃশ উদ্ভিজ্জ রোপণ করিলে, উহা অত্যন্ত সতেজ হইয়া থাকে । আর যে সকল উদ্ভিজে একই প্রকার পরমাণুর ভাগ অধিক থাকে, সেই সকল উদ্ভিদ পুনঃ পুনঃ এক স্থানে রোপণ করিলে অধিক ফল হয় না, ইহা বিবেচনা করিয়া কাহার পর কোন্‌ প্রকার উদ্ভিজ্জ রোপণ করা বিধেয় ইহাও নিরূপিত হইয়াছে—কোন্‌ গাছে কেমন সার দেওয়া আবশ্যক তাহাও এই উপায় দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে ।

দেখ, পারমাণবিক মতাবলম্বীরা ভ্রম-নিমগ্ন হইয়া নিরুফ্‌ ধাতু সমস্ত হইতে স্বর্ণ জন্মাইবার অভিপ্রায়ে বিস্তর নিরর্থক কাল হরণ করিয়া গিয়াছেন—এমন কি, এই দেশে অদ্যাপি অনেকে তাহা করিতেছেন । কিন্তু বিশুদ্ধ মত সংস্থাপিত হইয়া অবধি ইউরোপীয় লোক সকল যথোচিত যত্ন সহকারে স্বদেশীয় উষ্ম মৃত্তিকাকেও কেমন উর্বরা এবং রত্ন-প্রসবী করিয়াছেন । অতএব ভ্রমাস্কন্ধ মত যেমন বিবিধ অনর্থের মূল, বিশুদ্ধ মতও সেইরূপ নষ্টনা সুর্য্যে নিধাম ।



পঞ্চম অধ্যায় ।



[ভৌতিক পদার্থ কত প্রকার?—সামান্য মিশ্র-পদার্থ কিরূপে ক্রমে?—

নির্দিষ্ট ভাগ-পরিমাণ কি?—যৌগিক-মিশ্র পদার্থ কি?—

রাসায়নিক আকর্ষণের প্রকৃতি কেমন?]

রসায়ন শাস্ত্র বেত্তারা যড়-বস্টি প্রকার পরমাণুর নাম নির্দেশ করিয়াছেন । ফলতঃ তাঁহাদিগের কর্তৃক এপর্যন্ত জগতের সমুদায় বস্তু নিঃশেষে পরীক্ষিত হয় নাই, অতএব কখনই এমত বলা যাইতে পারে না যে, জগতে এতদ্ভিন্ন অন্য প্রকার পরমাণু আর নাই । অপিচ, তাঁহারা যে সকল উপায় দ্বারা জীব্য সমস্তের পরীক্ষা সাধন করিতে-ছেন, কালে তদপেক্ষাও অনেক উৎকৃষ্টতর উপায় সৃষ্ট হইতে পারে । সুতরাং সেই সকল উপায় দ্বারা ঐ যড়-বস্টি প্রকার পরমাণু এক্ষণে যেমন পরস্পর স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র বোধ হইতেছে, তাহা না হইবারও সম্ভাবনা আছে । অর্থাৎ যড়-বস্টি প্রকারের অধিকও হইতে পারে, এবং অল্পও হইতে পারে * । কিন্তু এইক্ষণে তাহাদিগের ঐ মাত্র পরিমাণই সর্ব্ববাদি সম্মত হইয়া আছে ।

এই যড়-বস্টি প্রকার পরমাণুর যোগেই সকল জড় পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে । কিন্তু কতকগুলি জড় উহাদিগের মধ্যে সম-প্রকৃতিক পরমাণুর সংযোগে জন্মে । আর কতকগুলি দুই বা তিন বা তদধিক বিভিন্ন প্রকৃতিক স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র প্রকার পরমাণুর যোগে উৎপন্ন হয় । যাহারা এক-প্রকৃতিক পরমাণুর যোগে জন্মে তাহাদিগকে 'ভৌতিক পদার্থ' বলা যায়, এবং যাহারা বিষম-প্রকৃতিক পরমাণুদিগের সংযোগ

* সম্প্রতি একটা নূতন ভৌতিক পদার্থ আবিষ্কৃত হওয়াতে এক্ষণে ভৌতিক পদার্থের সংখ্যা যড়-বস্টি নির্দিষ্ট হইল । পূর্ব সংস্করণে পঞ্চ-বস্টি বলিয়া নির্দিষ্ট ছিল ।

যারা ভাষ্যে তাহাদিগকে মিশ্র পদার্থ কহে । যদি পরমাণু সর্ব সমেত যড়-বষ্টি প্রকার হয়, তবে ভৌতিক পদার্থও যড়-বষ্টি প্রকার হইবে । কিন্তু মিশ্র-পদার্থের সংখ্যার পরিসীমা নাই । যেহেতু ঐ যড়-বষ্টি প্রকার পরমাণুর মধ্যে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার যত 'গুলি' একত্রিত হইবে, ততই বিভিন্ন রূপে মিশ্র পদার্থের উৎপত্তি হইবে—আবার ঐ সকলের পরস্পর পরিমাণের তারতম্যও ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের উৎপাদক হইবে । এই সমুদায় ব্যাপার অন্তরে সর্বিস্তাররূপে বলিবার স্রোতা নহে, ক্রমশঃ কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ বলা যাইতেছে ।

পারদ একটা ভৌতিক পদার্থ । অতএব উহার সকল পরমাণুই এক-প্রকৃতির, কেবল পরস্পর নিকটবর্তী হওয়াতে যোগাকর্ষণ গুণে বদ্ধ হইয়া আছে । যদি ঐ পারদ-পরমাণু সকলের সহিত অন্য কোন প্রকার পরমাণুর যোগ না হয়, তবে আমরা ইহাতে কোন রাসায়নিক কার্য অনুভব করিতে পারি না, এবং ঐ পারদেরও কদাপি কোন বিকার ঘটে না ।

সেইরূপ গন্ধকও একটা ভৌতিক পদার্থ । গন্ধকের মধ্যে গন্ধক-পরমাণু বই আর কোন প্রকার পরমাণু নাই । সুতরাং অন্য দ্রব্যের সংযোগ ব্যতিরেকে এই গন্ধকেরও কোন বিকৃতি স্রষ্টিতে পারে না । কিন্তু যদি পারদ এবং গন্ধককে একত্রিত করিয়া যথোচিত রূপে মর্দন করা যায়, তবে ঐ পারা ও গন্ধক স্ব স্ব প্রকৃতি পরিত্যাগ পূর্বক মিলিয়া কুজ্জলী হইবে । সেই কুজ্জলীতে ঐ পারদ এবং গন্ধক পরমাণু এমত সন্নিবেশিত হইয়া যাইবে যে, অতি উত্তম অনুবীক্ষণ দিয়া দেখিলেও পারদ এবং গন্ধককে স্বতন্ত্ররূপে দেখা যাইবে না । আবার যদি ঐ কুজ্জলীতে তাপ দেওয়া যায়, তবে তাহার পারদ এবং গন্ধক রাসায়নিক আকর্ষণ প্রভাবে উভয়ে মিলিয়া হিজুল হইবে । সেই হিজুলেও পারা এবং গন্ধক স্বতন্ত্র দেখা যাইবে না ।

কিন্তু, যেমন পারদ এবং গন্ধক সংযোগে হিজুল, উৎপন্ন হয়,

তেমনি প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা ঐ হিঙ্গুলকে বিযুক্ত করিয়া তাহা হইতে গন্ধক এবং পারা বাহির করিতে পারা যায়। তাহার রীতি এই প্রকার। পারার পরমাণুর সহিত গন্ধকের পরমাণুর যেমন আকর্ষণ, যদি গন্ধকের বা পারার সহিত অন্য কোন দ্রব্যের তদ-
পেক্ষা অধিক আকর্ষণ থাকে, তবে সেই দ্রব্য যোগ করিলে তাহার সহিত পারা বা গন্ধক আসিয়া মিলিত হয়, সুতরাং অপরটি বিযুক্ত হইয়া পড়ে। লৌহের সহিত গন্ধকের যেমন সম্বন্ধ পারার সহিত তেমন নয়, এই জন্য হিঙ্গুল হইতে পারা বাহির করিতে হইলে হিঙ্গুল এবং লৌহ চূর্ণকে একত্রিত করিয়া অগ্নির উত্তাপ দিলেই পারা স্বতন্ত্র হয় এবং গন্ধক লৌহের সহিত মিলিত হইয়া আর একটি মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন করিয়া থাকে—তাহার নাম দ্ব্যঙ্গ গন্ধক-লৌহ। *

দুই প্রকার দুইটি পরমাণুর পরস্পর রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা যেরূপে একটি ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হয় তাহা লিখিত হইল। এক্ষণে ঐ প্রকার পরমাণুর এক প্রকারের একটি এবং অপর প্রকা-
রের দুইটি বা তিনটির যোগেও যেরূপে ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হইয়া থাকে তাহা জ্ঞাত হওয়া আবশ্যিক—এবং তাহা হইলেই কেবল ষড়-ষষ্টি প্রকার পরমাণুর পরস্পর যোগে কি প্রকারে এতাদৃশ বিচিত্র জগৎ সৃষ্ট হইয়াছে তাহাও বোধ হইতে পারিবে। অন্নকর-
বায়ু বলিয়া এক প্রকার ভৌতিক পদার্থ আছে, তাহার এক ভাগের সহিত যদি গন্ধকেরও এক ভাগ মিলিত হয়, তবে একাঙ্গ-গন্ধক-দ্রাবক বলিয়া এক পদার্থ উৎপন্ন হয়, যদি গন্ধক এক ভাগ এবং অন্নকর বায়ু দুই ভাগ মিলিত হয়, তবে দ্ব্যঙ্গ-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত হয়, ইহার গুণ পূর্বেকৃত একাঙ্গ-গন্ধক-দ্রাবক হইতে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র। অপরন্তু তিন-
ভাগ অন্নকর বায়ু এবং একভাগ গন্ধক একত্রিত হইলে ত্র্যঙ্গ-গন্ধক-

দ্রাবক, অথবা মহা-গন্ধক-দ্রাবক জন্মে । ইহাও পূর্বোক্ত দুই প্রকার দ্রাবক হইতে সৰ্ব্বতোভাবে ভিন্ন ধৰ্ম্মাক্রান্ত । ইহাই স্পষ্টার্থ নিম্ন ভাগে সংক্ষেপে লিখিত হইল ।

একম-গন্ধক	দ্ব্যম-গন্ধক	ত্র্যম-গন্ধক বা
দ্রাবক ।	দ্রাবক ।	মহা-গন্ধক-দ্রাবক ।
(গ)	(গ)	(গ)
(অ)	(অ) (অ)	(অ) (অ) (অ)

কিন্তু এই প্রকার মিশ্রণ যথেষ্টক্রমে হইতে পারে না । ইহারও নির্দিষ্ট নিয়ম আছে । পারা এবং গন্ধকে হিঙ্গুল হয় বটে, কিন্তু যত ইচ্ছা হয়, তত পারা এবং যত ইচ্ছা হয় তত গন্ধক দিলেই কিছু দূরের পরিমাণ যত, তত হিঙ্গুল হইবে না । ১০০ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক একত্রিত করিয়া আল দিলেই ১১৬ তোলা হিঙ্গুল হইবে । যদি ১০১ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক দেওয়া যায়, তবে ঐ এক তোলা পারা অবশিষ্ট রহিয়া যাইবে, হিঙ্গুলের সহিত মিশ্রিত হইবে না । সেইরূপ যদি ১৭ তোলা গন্ধক দেওয়া যায়, তবে ১ তোলা গন্ধক অবশিষ্ট থাকিবে ।

যেমন দুইটি ভৌতিক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণানুসারে সংযোগ হইলে এক একটি স্বতন্ত্র, স্বতন্ত্র মিশ্রপদার্থ জন্মে, সেইরূপ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণানুসারে তিনটি ভৌতিক পদার্থের সংযোগ দ্বারাও ভিন্ন ভিন্ন মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয় । যথা চিনিতে ৬ ভাগ অঙ্গার * ৫ ভাগ অম্লকর বায়ু এবং ৫ ভাগ জলকরবায়ু একত্রিত আছে । জলকর-বায়ু, অঙ্গার এবং অম্লকর-বায়ু ইহারা প্রত্যেকে পূর্বোক্ত বর্গ-বর্গ প্রকার ভৌতিক পদার্থের মধ্যে গণ্য । অতএব চিনি একটি মিশ্র-পদার্থ ।

এই প্রকার চারি পাঁচ বা তদধিক ভৌতিক পদার্থের বিশেষ বিশেষ পরিমাণানুসারে সংযোগ হওয়াতে নানা প্রকার মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়। পরন্তু যেমন ভৌতিক পদার্থের পরস্পর সংযোগ হয়, তেমনি মিশ্র-পদার্থেরও সংযোগ হইয়া থাকে, এবং তৎকর্তৃক অনেক যৌগিক-মিশ্র-পদার্থ জন্মে। এবশ্রকারে দ্বিমিশ্র, ত্রি-মিশ্র, চতুর্মিশ্র প্রভৃতি পদার্থের উৎপত্তি হয়।

কোথাও কোথাও, এমনতর হয় যে দুইটি বা তিনটি মিশ্র-পদার্থ একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে কাহার ভৌতিক পদার্থের সহিত অপর কাহার ভৌতিক পদার্থের রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক থাকাতে এবং কাহার সহিত সেইরূপ আকর্ষণ অধিক না থাকাতে কোন একটি মাত্র মিশ্র-পদার্থ না জন্মিয়া দুইটি বা তিনটি ভিন্ন ভিন্ন মিশ্র-পদার্থ জন্মে। মহা-দ্রাবক * বা দ্রাব-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত করণে দ্ব্যত্র গন্ধক দ্রাবক † এবং পঞ্চাশ-যবক্ষার দ্রাবক ‡ এই দুই মিশ্র-পদার্থ সংযুক্ত করিতে হয়। দ্ব্যত্র-গন্ধক দ্রাবকে এক ভাগ গন্ধক এবং দুই ভাগ অম্লকর-বায়ু আছে, পঞ্চাশ-যবক্ষার দ্রাবকে একভাগ যবক্ষার-জনক-বায়ু এবং পাঁচ ভাগ অম্লকরবায়ু আছে। কিন্তু ঐ দুই পদার্থ একত্রিত হইলে দ্ব্যত্র-গন্ধক-স্থিত গন্ধক, পঞ্চাশ-যবক্ষারস্থিত পাঁচ ভাগ অম্লকর-বায়ুর এক ভাগকে আকর্ষণ কারিয়া লয়, গন্ধক পঞ্চ ভাগ সমুদায় অম্লকর-বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না। ঐ ভাগ লইলেই দ্ব্যত্র-গন্ধক-দ্রাবকটী দ্রাব-গন্ধক বা মহা-দ্রাবক হইয়া উঠে, কিন্তু পঞ্চাশ-যবক্ষার-দ্রাবকের এক ভাগ অম্লকর-বায়ু নিঃসৃত হইয়া যাওয়াতে সে আপনার পূর্বধর্ম এবং পূর্ব নাম পরিত্যাগ

* ইংরাজী সলফুরিক অসিড।

† ইংরাজী সলফুরা অসিড।

‡ ইংরাজী নাইট্রিক অসিড।

করিয়া চতুরঙ্গ-যবক্ষার আবর্জক * হইয়া থাকে । স্পর্শার্থ নিম্নভাগে সঙ্কেতে লিখিত হইল ।

অ অ অ অ অ অ অ অ অ অ অ অ অ অ
 ০ ০ + ০ ০ ০ ০ ০ = ০ ০ ০ ০ ০ +
 ০ ০ গ ০ য ০ ০ গ ০ য

পূর্ব্বে যাহা যাহা কথিত হইল, দ্বারা রাসায়নিক আকর্ষণের এই প্রকৃতি বোধ হইয়া থাকিবে যে, ইহার প্রভাবে, পরমাণু সকল পরস্পর মিলিত হইয়া ভিন্ন ধর্ম প্রাপ্ত হয় আর এই আকর্ষণ বিভিন্ন প্রকৃতিক পরমাণুদলের মধ্যেই দৃষ্ট হয় ; কিন্তু কোন প্রকার পরমাণু কাহাকে অধিকতর আকর্ষণ করে কাহাকে তদপেক্ষা অপ্পবেল আকর্ষণ করে । অপিচ, ইহাও বোধ হইয়া থাকিবে যে, ঐ সকল পরমাণুব মিশ্রণে নির্দিষ্ট ভাগ-পরিমাণ আছে, সুতরাং সেই পরিমাণের আধিক্য বা অপ্পত্তা হইলে এই আকর্ষণের কার্য হয় না । অপরন্তু এস্থলে ইহাও জ্ঞাত হওয়া আবশ্যক যে, রাসায়নিক আকর্ষণ হইলেই তাপ নির্গত বা অন্তর্হিত হইয়া থাকে ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

[মাধ্যাকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণে বিশেষ কি ?—রাসায়নিক আকর্ষণে এবং যোগাকর্ষণে

বিশেষ কি ?—পরমাণুর অসম্মিকর্ষণ দ্বারা যোগাকর্ষণের হ্রাস কিরূপে হয় ?—

তাপ সংযোগে যোগাকর্ষণে কিরূপের হ্রাস হয় ?]

কোন পাঠে জল রাখিয়া দেখ, যদি তাহাতে জল চালানোর সময় বুদ্ধবুদ্ধ জন্মিয়া থাকে, তবে তাঁদৃশ দুইটা বুদ্ধবুদ্ধ কেমন অপ্পে অপ্পে পরস্পর নিকটবর্তী হয়; নিকটবর্তী হইয়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাল

ইহা নাকি নাহি হইত ।

রহস্যের গাত্র স্পর্শ করিয়া থাকে, অস্পর্শগণ পরেই ঐ ক্ষুদ্রতীর যে দিক্ রহস্যের গাত্রস্পর্শ করিয়াছে, সেই দিক্ ক্রমশঃ বিস্তৃত হয়, এবং বিস্তৃত হইয়া পরে দুইটীতে মিলিয়া এক হইয়া যায়।

এই কার্য্যে মাধ্যাকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণ উভয় শক্তিরই প্রকৃতি অনুভূত হইতেছে। যে গুলি দ্বারা ঐ দুই বৃদ্ধবৃদ্ধ পরস্পর অন্তর থাকিয়াও ক্রমে ক্রমে নিরুটবর্তী হইতে লাগিল তাহাকে উহাদিগের মাধ্যাকর্ষণ বলা যায়, এবং যদ্বারা তাহারা একবার সংলগ্ন হইয়া উভয়ে মিলিয়া গেল, তাহাকে যোগাকর্ষণ কহে।

বস্তু সমস্ত পরস্পর অতি সন্নিকট হইলেই যোগাকর্ষণ শক্তি আপনাদিগের প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে। দূরস্থিত অবস্থায়ের মধ্যে ইহার কার্য্য-কারিতা দৃষ্ট হয় না। বিষম প্রাকৃতিক বিশেষ বিশেষ পরমাণু সকলের যে আকর্ষণ তাহাকে যেমন রাসায়নিক আকর্ষণ কহে, তেমনি সম বা বিষম প্রাকৃতিক পরমাণু মাত্রের যে পরস্পর আকর্ষণ তাহাকেই যোগাকর্ষণ কহা যায়। রাসায়নিক আকর্ষণ না থাকিলে গন্ধকে এবং পারদে মিলিয়া কখন হিঙ্গুল হইতে পারিত না, কিন্তু যোগাকর্ষণ না থাকিলে গন্ধক পরমাণু সকল বা পারদ পরমাণু সকল কখন একত্রিত থাকিত না। অতএব রাসায়নিক আকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণে প্রভেদ এই যে, যোগাকর্ষণ দ্বারা অনেক গুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে, রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা তাহারা এমনতর মিলিয়া যায়, যে তাহাদিগের পূর্ব প্রকৃতি থাকে না।

ফলতঃ যেমন, সকল জড় পদার্থই অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি তেমনি সেই পরমাণু সমস্তের সমষ্টিকরণ বন্ধনের নামই যোগাকর্ষণ। সুতরাং যদি সেই বন্ধন না থাকে তবে পরমাণুগণ কি জন্য পরস্পর সংযুক্ত থাকিবে? যে পরিমাণে তাহাদিগের বন্ধন শিথিল হইবে তৎপরিমাণেই তাহাদিগের পরমাণু সকল স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র হইয়া যাইবে। যদি পার্থক্য পরমাণু সমস্ত কোন কারণে একত্র তাপে দগ্ধ শিথিল-

বন্ধন হয়, তবে এই প্রকাণ্ড জড়পিণ্ড পৃথিবী ক্রমে ক্রমে ক্ষীত হইয়া আরও অধিক স্থান ব্যাপক এবং সূত্রাং জলবৎ তরল হইয়া পড়ে । যদি ইহার পরমাণু সমস্তের যোগাকর্ষণ শক্তি আরও হ্রাস হয়, তবে সেই প্রকাণ্ড তরল-রাশি তদপেক্ষাও আসন্নিকৃষ্ট পরমাণু হইয়া অতি প্রকাণ্ড বাষ্প রাশির ন্যায় অনুভূত হইবে । এইরূপ ক্রমে ক্রমে যোগাকর্ষণ শক্তি সর্বতোভাবে বিনষ্ট হইলে, সেইরূপ বাষ্পরাশিও আর থাকিবে না । পরমাণু সমস্ত দিগ্দিগন্তরে প্রস্থান করত অনন্ত আকাশে ব্যাপ্ত হইতে থাকিবে ।

কিন্তু পৃথিবীস্থ সমুদায় পরমাণুর ঐ প্রকারে যোগাকর্ষণ গুণ পরিত্যাগ হওয়া যদিও কেবল অনুভবসিদ্ধ মাত্র হয়, এবং কোন রূপেই প্রত্যক্ষ হইবার নহে, তথাপি অত্রস্থ কোন স্রবোর খণ্ড লইয়া প্রক্রিয়া দ্বারা তাদৃশ ব্যাপার এক প্রকার পরীক্ষা করিয়া বুঝিতে পারা যায় । দেখ, এই ইষ্টক খণ্ড কেমন দৃঢ় এবং কঠিন রহিয়াছে । কিন্তু ইহা বহুসংখ্যক পরমাণুর সমষ্টি, সূত্রাং ইহার কাঠিন্যের কারণ সেই পরমাণুদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ মাত্র বলিতে হইবে । যদি ঐ সকল পরমাণুর যোগাকর্ষণ হ্রাস করিবার ইচ্ছা হয়, তবে তাহারা পরস্পর যত নিকটবর্তী আছে, তাহা না থাকিতে দিলেই কার্য সিদ্ধি হইতে পারে । যেহেতু যোগাকর্ষণের ধর্ম্মই এই যে, উহা পরস্পর অতি সন্নিকৃষ্ট পরমাণু সমস্তের মধ্যেই আপন প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে । ইষ্টকের যোগাকর্ষণ হ্রাস করিলে ইষ্টকচূর্ণ প্রস্তুত হইল । তাহার অতি সূক্ষ্মতম রেণু ও বাস্তবিক পরমাণু নহে, তাহারও এক একটা বহু পরমাণু সমষ্টি । উহাদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ বিনাশ করা যায় নাই—এবং তাহা যায় নাই বলিয়াই ঐ ইষ্টকচূর্ণ জলবৎ তরল হয় নাই । কিন্তু যে পর্য্যন্ত হইয়াছে তাহাতেই উহার প্রকৃতি অনেক অংশে তরল পদার্থের প্রকৃতির সদৃশ দেখা যাইতেছে । দেখ, ইষ্টক খানি হাত হইতে ফেলিলে যে রূপে একে-

বারে পড়িত, ইহা আর সেইরূপে পড়ে না, প্রত্যুত জলের মত নিঃসৃত হইয়া ক্রমে ক্রমে পতিত হয়। ইচ্ছক স্থানি কোন পাত্রের উপর রাখিলে তাহার কোন স্থান, এই পাত্রের তলভাগ স্পর্শ করিয়া থাকিত, আর কোন স্থান স্পর্শ করিত না, এবং তাহার উপরিভাগও সেইরূপ বন্ধুর থাকিত। ইচ্ছক চূর্ণের জ্বালি সেইরূপ হয় না। বরং যেমন জল, গ্লাসে ঢালিতে ঢালিতে একেবারে "সেই গ্লাসের সর্ব স্থান ব্যাপক হয়, এই চূর্ণও প্রায় সেইরূপ হইয়া থাকে। অপিচ ইচ্ছকের মধ্যে অঙ্গুলি প্রবিষ্ট করিতে পারা যায় না, জলে পারা যায়, আর এই চূর্ণও পারা যায়। পুনশ্চ জলে অঙ্গুলি প্রবেশ করিয়া দিলে যেমন জল উদ্ভূসিত হইয়া পড়ে, এই চূর্ণও অবিকল সেই প্রকার হয়। আর জল অঙ্গুলিতে লাগে অর্থাৎ অঙ্গুলিকে আর্দ্র করে, এই চূর্ণও সেইরূপ অঙ্গুলিতে লাগে। যদি ইচ্ছকের প্রত্যেক পরমাণুকে পৃথক্ পৃথক্ করিয়া বিভাগ করা যাইতে পারিত, তবে জলের যেমন বিন্দু হয় এই চূর্ণও সেইরূপ হইত।

কিন্তু কর্তন, পেয়ণ, চাপন প্রভৃতি যে সকল ক্রিয়ার দ্বারা বস্তুর যোগাকর্ষণ বিনাশ করা যায়, সে সকল অপেক্ষায় তাপ সংযোগ অধিক কার্যকারী। তাপ এবং যোগাকর্ষণ ইহাদিগের পরস্পর বৈর সম্বন্ধ। কোন জড় পদার্থে অধিক তাপ দিলেই তাহার পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাকর্ষণ শিথিল হইয়া যায়। দেখ, সূর্য কেমন কঠিন, কিন্তু উহাতেও যথোচিত পরিমাণে তাপ সংযোগ করিলে উহা জলবৎ তরল হইয়া যায়। যদি তদপেক্ষা আরও অধিক তাপ দেওয়া যায়, তবে এই তরল সূর্য বাষ্পরূপ ধারণ করিতে পারে।

অতএব সূর্য পাত্রের যে কাঠিন্য বা তারল্য অথবা বায়বীয় ভাব তাহা কেবল যোগাকর্ষণেরই তারতম্যের ফল। দূঢ় করিয়া বন্ধন করিলে যেমন তূণের গুচ্ছ কঠিন হয়, শিথিল বন্ধন করিলে যেমন সেই গুচ্ছ তাদৃশ শক্ত হয় না—তূণ গুটি অম্প অম্প সরিতে পারে, সেই

প্রকার দ্রব্য দ্রব্যের পরমাণু সমস্ত শিথিল ভাবে বদ্ধ এবং কঠিন পদার্থের পরমাণু সকল তদপেক্ষা দৃঢ়তর রূপে সম্বদ্ধ। অতএব যেমন যোগাকর্ষণ হ্রাস করিয়া কঠিন সামগ্রী সমুদায়কে তরল করা যায়, তেমনি যদি যোগাকর্ষণ বৃদ্ধি করিবার কোন উপায় থাকে, তবে বায়বীয় পদার্থকে তরল এবং তরল দ্রব্যকে কঠিন করা যাইতে পারে। ফলে তাহাই হয়। কতকগুলি বালুকা বেগুকে লইয়া যদি মুষ্টির মধ্যে দৃঢ়তররূপে চাপ দেওয়া যায়, তবে ঐ সমস্ত বেগু পরস্পর নিকটবর্তী হওয়াতে বৃদ্ধিত-যোগাকর্ষণ হইয়া পিণ্ডাকার ধারণ করে। কিন্তু তাৎক্ষণিক কদাপি সৃষ্টি হয় না। তাহার কারণ, সামান্য চাপ দ্বারা আমরা তত্রস্থ বালুকারেণু সমস্তকে যথেষ্ট সন্নিবিষ্ট করিতে পারি না। যদি কোন যন্ত্র দ্বারা অধিক বলে চাপ দেওয়া যায়, তাহা হইলে নীলের বাকদের গুঁড়ার যে প্রকার কঠিন পিষ্টক প্রস্তুত হয়, অথবা বড়ি যে প্রকার দৃঢ় হয়, ঐ বালুকারও সেইরূপ হইতে পারে।

কিন্তু যেমন তাপ দ্বারা পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাকর্ষণ হ্রাস হয়, সেইরূপ কোন দ্রব্য হইতে তাপ বিনির্গত করিতে পারিলেই যোগাকর্ষণ-শক্তি বৃদ্ধিত হইতে পারে। দেখ, জল অতি তরল পদার্থ, যদি ইহার অস্তুর্গত তাপ-ভাগ অনেক বিনির্গত হইয়া যায়, তবে ইহা কঠিন হইয়া বরফ হয়। বাষ্প বায়বীয় পদার্থ, কিন্তু উহা ঘন হইলেই জল হয়।

যদি বল, দ্রব্য সকল পরস্পর সন্নিবিষ্ট হইলেই যদি তাহাদিগের যোগাকর্ষণ অধিক হয়, তবে যে দুইটি দ্রব্য হটক উপর্যুপরি সংস্থিত হইলেই উভয়ে সংযুক্ত হয় না কেন?। ইহার উত্তর এই যে, সকল বস্তুই বন্ধুর। কেহই সর্বতোভাবে সমতল নহে। অণুবীক্ষণ দ্বারা দেখিলেই প্রমাণ হয় যে, যে সকল দ্রব্য অত্যন্ত মৃদু বলিয়া প্রসিদ্ধ আছে, তাহারাও বস্তুতঃ অত্যন্ত বন্ধুর। এই হেতু দুইটি দ্রব্য উপরে উপরে রাখিলেও তাহাদিগের অতি অল্প ভাগ মাত্র পরস্পর সন্নিবিষ্ট

হইয়া থাকে। কিন্তু যেখানে দুই দ্রব্যের অধিকাংশ বাস্তবিকই সন্নি-
 কৃত হয়, তথায় যোগাকর্ষণের কার্য্যকারিতা অবশ্য প্রতীয়মান
 হইবে। একখানি পীড়া জলের উপর ভাসমান করিয়া দিয়া একে-
 বারে তাহার দুই ধার ধরিয়া তুলিতে গেলে কেমন বল প্রকাশ
 করিতে হয়? জল যখন ঐ কাষ্ঠদণ্ডের সকল স্থান আঁঠা দিয়া বান্ধিয়া
 রাখিয়াছে, এমত অনুভব হইতে থাকে। দুইটী পয়সার মধ্যে কিঞ্চিৎ
 জল বা তৈল দিয়া তাহাদিগের বন্ধুত্ব মোচন করত যদি উপরে
 উপরে বসাইয়া দেওয়া যায়, তবে তাহারা যোগাকর্ষণ গুণে এমত
 সম্বন্ধ হয় যে একটি পয়সা ধরিয়া একেবারে দুইটীকেই উত্তোলন করা
 যাইতে পারে। এরূপ হইবার অন্যতম কারণ বায়ুর চাপ—কিন্তু এস্থলে
 সে কথা বিশেষ উল্লেখ অনাবশ্যক।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, কোন দ্রব্যের পরমাণু যোগাকর্ষণ গুণে
 দৃঢ়রূপে সম্বন্ধ না হইলেই উহা আপনা হইতে গোলাকার ধারণ করে।
 বৃষ্টির জল ফোটা ফোটা হইয়া পড়ে; অশ্রু জল গলিত হইয়া বিন্দু-
 রূপে নির্গত হয়, রাত্রি নীহার প্রাতে মুক্তার ন্যায় গোলাকার দেখায়;
 মিঠাইয়ের বুঁদি সমস্ত এবং দ্রব সীসকের ছিটা গুলি সকল এই জন্য
 গোলা হয়—আর পৃথিব্যাदि গ্রহগণ এই কারণেই গোলাকার
 ধারণ করিয়া আছে।

সপ্তম অধ্যায়।

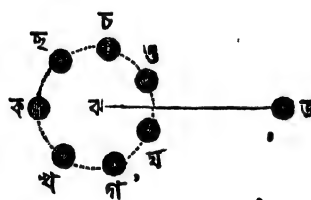
[মাধ্যাকর্ষণ কি?—এই আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ হইয়াছে কেন?—ইহা কি

হেতু দূরেও কার্য্যকারী হয়?—কত দূরে ইহার কেমন বল থাকে?],

পূর্বে কথিত হইয়াছে যে, যে গুণ দ্বারা পরস্পর বিভিন্ন প্রকার
 পরমাণুগুলি মিলিত হইয়া একটি স্বতন্ত্র পদার্থের উৎপত্তি করে,
 তাহার নাম রাসায়নিক আকর্ষণ—আর যে গুণ থাকতে একাধিক

পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে, পরস্পর বিচ্ছিন্ন হইয়া না পড়ে তাহার নাম যোগাকর্ষণ; কিন্তু রূহৎ রূহৎ পরমাণু-সমষ্টিদিগের পরস্পর যে আকর্ষণ তাহাকে মাধ্যাকর্ষণ নামে উক্ত করা হইয়াছে ।

শেষোক্ত আকর্ষণকে মাধ্যাকর্ষণ বলিবার তাৎপর্য্য এই যে, অনেকগুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া যে আকর্ষণ করে তাহা ঐ পরমাণু সমষ্টির মধ্যস্থল হইতে কার্য্যকারী হইতেছে এমত অনুভব হয় । ইহার বিশেষ বিবরণ স্থানান্তরে প্রকাশিত হইবে । এইক্ষেত্রে এই মাত্র বক্তব্য যে, দুই তিন বা তদধিক ভিন্ন ভিন্ন আকর্ষণ, একেবারে উপস্থিত হইলে তাহাদিগের কার্য্য ভিন্ন ভিন্ন দিকে না হইয়া এক দিকেই হয় । যেমন এক ব্যক্তিকে দুই বা তিন জনে, একেবারে ধরিয়া ভিন্ন ভিন্ন দিকে টানিলে সেই ব্যক্তির গতি, উহাদিগের মধ্যে কোন একজনের দিকে পৃথকরূপে না হইয়া সকলেরই মধ্যস্থলে হয়, পরমাণুদিগের আকর্ষণেও ঠিক তদ্রূপ ঘটে । ইহা স্পষ্টরূপে বুঝিবার জন্য নিম্ন-ভাগে প্রতি-কৃতি প্রদত্ত হইল ।



এই স্থলে 'ক' 'খ' 'গ' 'ঘ' 'ঙ'

'চ' 'ছ' এই সাতটি পরমাণু 'জ' নামক

অপর একটি পরমাণুকে আকর্ষণ

করিতেছে । 'ক'-এর আকর্ষণে 'জ'

'ক' এর দিকে যাইতে চাহে, কিন্তু 'খ' এর আকর্ষণে উহাকে 'খ'-এর দিকে আসিতে হয় ; এইরূপ 'গ'-এর আকর্ষণে 'গ'-এর দিকে এবং 'ছ'-এর আকর্ষণে 'ছ'-এর দিকে যাইতে হয় । সুতরাং সকলগুলির আকর্ষণ মিলিয়া 'জ'-কে 'ঝ'-এর অভিমুখে নীত করে । 'ঝ' স্থানে কোন পরমাণু না থাকিলেও 'জ'-এর গতি ঐ স্থানের অভিমুখেই হয় । সুতরাং এমত বলা যাইতে পারে যে 'ক' 'খ' প্রভৃতি সকল

পরমাণুর আকর্ষণ যেন তাকাদিগের সুকলের মধ্যবর্তী 'বা' স্থান হইতেই কার্য্যকারী হইতেছে । এইরূপ হয় বলিয়াই এই আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ ।

যোগাকর্ষণ, যেমন পরমাণু সকল পরস্পর অতি সন্নিবিষ্ট হইলেই আপনার প্রভাব প্রকাশ্য করিতে পারে, মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতি সেদপ নহে । মাধ্যাকর্ষণ শক্তি দূরেও কার্য্যকারী হয় । না হইবেই কেন ? আকর্ষণ শক্তি সকল পরমাণুরই প্রাকৃতিক ধর্ম্ম । সকল পরমাণুই সকল পরমাণুর সহিত আকর্ষণরূপ সূত্র দ্বারা সম্বন্ধ আছে । সুতরাং যেখানে তাহার অনেক একত্রিত হয়, অবশ্য চতুর্দিকস্থ সকল পরমাণুই সেই অভিমুখে আকৃষ্ট হইবে । একটি পরমাণুর আকর্ষণ কখনই অধিক দূর হইতে কার্য্যকারী হইতে পারে না,—কিন্তু উহার অনেক একত্রিত হইলে অবশ্যই দূর হইতেও উহাদিগের কার্য্য অনুভূত হইতে পারে । এইরূপ বিবেচনা করিলে যোগাকর্ষণ এবং মাধ্যাকর্ষণ বস্তুতঃ বিভিন্ন বলিয়া বোধ হয় না । একটি পরমাণুর আকর্ষণ অল্প, দুইটির তদপেক্ষা অধিক, তিনটির আরও অধিক এইরূপে যে বস্তু যত অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার আকর্ষণও তত অধিক, সুতরাং তত অধিক দূর হইতে কার্য্যকারী হইয়া থাকে ।

কিন্তু ইহাও সহজে প্রতীয়মান হইতেছে যে, ঐ আকর্ষণ যত দূর হইতে হইবে ততই উহার বল ক্রমশঃ হ্রাসমান হইয়া যাইবে । তদ্বিষয়ে পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়াছেন যে, মাধ্যাকর্ষণের হ্রাস দূরত্বের বর্গানুসারে হইয়া থাকে । অর্থাৎ এক হাত দূরে কোন দ্রব্য অপার দ্রব্যকে যত আকর্ষণ করে দুই হাত অন্তরে উহার আকর্ষণ তাহার অর্দ্ধেক না হইয়া দুইয়ের বর্গ যে চারি সেই চারি ভাগের এক ভাগ হইবে—৩ হাত অন্তরে তিনের বর্গ যে নয় সেই নয় ভাগের এক ভাগ হইবে—৪ হাত অন্তরে, বোল ভাগের এক ভাগ হইবে, ইত্যাদি ।

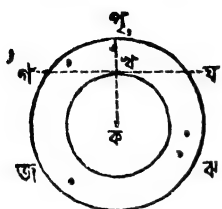
পূর্বে কথিত হইয়াছে যে, যে জব্য অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার মাধ্যাকর্ষণ-শক্তিও তত অধিক। সুতরাং পৃথিবী ইহার সমীপবর্তী সর্ব বস্তু অপেক্ষা অনেক বৃহৎ বলিয়া ষোড়শ অন্য কোন পদার্থের মাধ্যাকর্ষণ আকর্ষণের স্পর্শ প্রত্যক্ষ গোচর হই না। পৃথিবীর সকল বস্তু তাহার প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণের বশবর্তী হইয়া স্ব স্ব স্থানে অবস্থিত আছে ইহাই বিলক্ষণ প্রতীয়মান হয়। কিন্তু তাহা বলিয়া লোভ্র খণ্ড, বৃহৎ অট্টালিকা, গাশু শৈল বা পার্বত-শ্রেণী ইহারা যে মাধ্যাকর্ষণ-শক্তি-বিরহিত এমত নহে। তবে, যে উহারা আপন আপন সমীপস্থ বস্তু সমস্তকে টানিয়া লইতে পারে না, পৃথিবীর প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণ-শক্তির প্রতিবন্ধকতাই তাহার এক মাত্র কারণ। দুইটি শিশুকে যদি কোন বলবান ব্যক্তি দুই হস্তে ধরিয়া রাখে, তাহা হইলে ঐ শিশুদ্বয় পরস্পর নিকটবর্তী হইবার চেষ্টা করিলেও যেমন কৃতকার্য হইতে পারে না, সেইরূপ পৃথিবীস্থ সকল জীবাব পরস্পর মাধ্যাকর্ষণ উক্তরূপ কারণ বশতঃ স্বকার্য সাধনে অক্ষম হইয়া ব্যর্থ-প্রায় হইয়া থাকে। কিন্তু কোন কোন স্থলে অন্যান্য জীবেরও মাধ্যাকর্ষণ প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। কোন নির্ঝাঁত স্থলে যদি এক পাত্র জলে দুই খণ্ড শোলা ভাসাইয়া রাখা যায়, তবে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, ঐ শোলা দুই খানি ক্রমে ক্রমে পরস্পর নিকটবর্তী হইতেছে। পার্বত শিখর হইতে যদি ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দেওয়া যায়, তবে সেই দড়ি পার্বত কর্তৃক আকৃষ্ট হইয়া তদভিমুখে কিঞ্চিৎ গমন করে, ঠিক সরল রেখা ক্রমে লম্বমান হইয়া পৃথিবী স্পর্শ করে না। দুইটি জলবিন্দু কোন অতি মৃদু পাত্রের পরস্পর সন্নিবিষ্ট করিয়া রাখিলে তাহারাও অনতিবিলম্বে মিলিত হইয়া যায়। আর দেখ, পৃথিবী বৃহৎ বলিয়া উহাতে অন্য বস্তুর আকর্ষণ কার্যকারী হয় না, কিন্তু তদ্বৎ বৃহৎ পিণ্ড চন্দ্র সূর্য্যাদির মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পৃথিবীস্থ সমুদ্রের জল কখন কখন উহাদিগের অভিমুখে গমন করে তাহাতেই

‘জোয়ার’ হয়। অতএব পরমাণু সমষ্টি মাত্রেরই মাধ্যাকর্ষণ শক্তি সপ্রমাণ হইল।

এইক্ষণে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে যে যে কার্য হয় তাহার কয়েকটির উল্লেখ করা যাইতেছে। প্রথমতঃ পৃথিবীর আকর্ষণ গুণে সকল দ্রব্যই স্ব স্ব স্থানে অবস্থিত থাকে। নচেৎ সকলেই পরস্পর মাধ্যাকর্ষণের বশীভূত হইয়া একত্রিত হইত। দ্বিতীয়তঃ যেমন দুই খানি শোলা জলে ভাসাইয়া দিলে তাহার পরস্পর সংলগ্ন হয় তেমনি কোন দ্রব্য পৃথিবীর নিকটবর্তী হইলেই সে এবং পৃথিবী উভয়ে পরস্পর সংলগ্ন হয়, কিন্তু পৃথিবী অতি বৃহৎ বলিয়া ইহা যে ঐ ক্ষুদ্র দ্রব্যের অভিমুখে যায় তাহা অনুভব হয় না—পরন্তু সকল সামগ্রীই পৃথিবীতে পড়িতেছে, অর্থাৎ ইহার মধ্যাভিমুখগামী হইতেছে, দেখিতে পাওয়া যায়। অপিচ, যখন পূর্বোক্ত দুই খানি শোলা পরস্পর নিকটবর্তী হইতে থাকে তখন যেমন তাহাদিগের দুইটির একটিকে একগাছি কেশ বা তাদৃশ কোন অল্প প্রতিবন্ধক দ্বারা নিবারণ করিয়া রাখা যায় না, সেইরূপ যখন কোন দ্রব্য পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে যাইতে থাকে, তখন বিশিষ্ট প্রতিবন্ধক ব্যতিরেকে তাহার বেগ নিবারণ হয় না। যে পরিমাণ বল দ্বারা উহার গমন নিবারণ হইতে পারে তাহাকেই ঐ দ্রব্যের ‘ভার’ কহে। অতএব পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে কোন দ্রব্যেরই ভার থাকিত না। ইহাতেই বোধ হইবে, দ্রব্যের ভার মাধ্যাকর্ষণের ফল; ইহা বস্তুর কোন স্বতঃসিদ্ধ ধর্ম্য নহে। যদি জগতে একটা বই দ্রব্য না থাকিত তাহা হইলে সেই দ্রব্যের কিছুমাত্র ভার থাকিত না।

অপিচ, যে দ্রব্য পৃথিবীর উপরে এক সের ভারী, কোন উচ্চ পর্বতের অধিতাকায় তাহার ভার এক সের অপেক্ষা হ্রাস হয়। তাহার কারণ পূর্বেই লক্ষ্য গিয়াছে, মাধ্যাকর্ষণ দূরের বর্ণানুসারে হ্রাস

হইয়া থাকে * । আর যদি সেই দ্রব্য লইয়া ভূগর্ভ মধ্যে প্রবিষ্ট হওয়া যায় তাহা হইলেও উহার ভার অল্প হয় । ইহার কারণ নিম্ন-লিখিত চিত্র দর্শনে বিশেষরূপে বোধ হইবে ।



‘পৃ’ চিহ্নিত ভূমণ্ডলের উপরি-
ভাগে যে দ্রব্য সংস্থিত আছে, তাহা
পৃথিবীর সকল পুরমাণু কর্তৃক আকর্ষিত
হইয়া ইহার ‘ক’ চিহ্নিত কেন্দ্রাভি-

মুখগামী হইতেছে । কিন্তু যখন ঐ

দ্রব্যকে ভূগর্ভমধ্যে ‘খ’ স্থানে লওয়া যাইবে, তখন ‘গ ঘ’ রেখার
উল্লিখিত তাবৎ পুরমাণু উহাকে ‘ক’ নামক কেন্দ্রের অভিমুখে
আকর্ষণ না করিয়া তাহার বিপরীত দিকে আকর্ষণ করিবে । সুতরাং
‘খ’ স্থানে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অধিক না হইয়া অনেক অল্প হয়—
অর্থাৎ, চিত্রের মধ্যবর্তী ক্ষুদ্র গোল পিণ্ডটির যে আকর্ষণ হইতে
পারে তাহাই হয়, তদধিক হয় না । এইরূপ বিবেচনা করিলে

* পৃথিবী হইতে কোন দ্রব্যকে উদ্ধে লইয়া গেলে তাহার ভার কিরণ লাঘব হয়,
তাহা নিম্নলিখিত অনুপাতানুসারে প্রক্রিয়া করিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে । ‘ব্যা’ যদি
পৃথিবীর ব্যাস ‘মা’ অর্থে মাইল সংখ্যা এবং ‘ম’ অর্থে ব্যস্ত-গণ-পরিমাণ, আর ‘ক’
অব্যক্ত ভার হয়, তবে

$$\left[\frac{\text{ব্যা}}{2} + \text{মা} \right]^2 : \left[\frac{\text{ব্যা}}{2} \right]^2 :: \text{ম} : \text{ক}, \text{ অথবা পৃথিবীর ব্যাস পরিমাণ } ৮০০০ \text{ মাইল ধরিয়া}$$

$$[৪০০০ + \text{মা}]^2 : [৪০০০]^2 :: \text{ম} : \text{ক}$$

$$\text{ক} = \frac{[৪০০০]^2 \times \text{ম}}{[৪০০০ + \text{মা}]^2}$$

+ কত নিম্নে গমন করিলে কত ভার থাকে তাহা এই নিয়মানুসারে
প্রকাশিত হইবে । যথা

$$\left[\frac{\text{ব্যা}}{2} \right]^2 : \left[\frac{\text{ব্যা}}{2} - \text{মা} \right]^2 :: \text{ম} : \text{ক},$$

$$[৪০০০]^2 : [৪০০০ - \text{মা}]^2 :: \text{ম} : \text{ক}$$

$$[৪০০০ - \text{মা}]^2 \times \text{ম}$$

কিঞ্চিৎসাত্ত্ব সাদৃশ্য নাই । (২) অতি অল্প তাপমানে সৈন্ধব লবণের দানা প্রস্তুত করিলে দেখা যায়, যতক্ষণ ঐ সকল দানা পাত্রে থাকে, ততক্ষণ অতি স্বচ্ছ থাকে, কিন্তু যদি একবার স্পর্শ করা যায় তবে তৎক্ষণাৎ উহা দুগ্ধের ন্যায় শুভ্রবর্ণ হইয়া পড়ে । স্পর্শ করিবার পূর্বে ঐ দানাতে যে যে পরমাণু ছিল পরেও তাহাই থাকে ; কোন হুতন প্রকার পরমাণু আসিয়া উহাকে সংযুক্ত হয় এমন নহে; তথাপি কি আশ্চর্য্য ! ঐ দ্রব্য একেবারে অস্বচ্ছ হইয়া উঠে । (৩) লৌহকে অগ্নিতে উত্তপ্ত করিয়া শীঘ্র শীতল জলে মগ্ন করিলে ঐ লৌহে কোন পরমাণু সংযুক্ত বা বিযুক্ত হয় না, তাহার প্রমাণ উহার ভার ঠিক পূর্ব্বের সমান থাকে ; কিন্তু পূর্ব্ব লৌহকে যেমন টিপিয়া নোয়াইতে এবং পিটিয়া বিস্তৃত করিতে পারা যাইত, পরে আর সেরূপ পারা যায় না ; তখন উহাকে পিটিলে বা টিপিলে ভাঙ্গিয়া যায় । কিন্তু দেখ ঐ উষ্ণ লৌহকে যদি শীঘ্র শীতল না করিয়া ক্রমে ক্রমে শীতল হইতে দেওয়া যায় তবে উহার পূর্ব্বের কোনওণের অন্যথা হয় না—পূর্ব্বের যেমন পিটিলে বিস্তৃত হইত পরেও সেইরূপ হইতে পারে । (৪) পারা এবং গন্ধককে একত্র করিয়া যদি জ্বাল দিয়া রাখা যায় এবং সেই জ্বাল যদি ক্রমশঃ আপনা হইতে নিরিয়া ঐ দ্রব্য শীতল হয়, তাহা হইলে লোহিত বা হিঙ্গুল অগ্নে । কিন্তু জ্বাল নির্বাণ করিয়া উহাকে শীঘ্র শীতল করিয়া ফেলিলে হিঙ্গুলের বর্ণ লোহিত না হইয়া অত্যন্ত কাল হয় । তাহাকেই কজ্জলী * কহে । সুতরাং ঐ কজ্জলী এবং হিঙ্গুলে কোন প্রভেদ নাই । উহাদিগের উপাদানও এক এবং ভাগ-পরিমাণও ঠিক সমান । তথাপি উহাদিগের বর্ণের সম্পূর্ণরূপে ভেদ হইয়া পড়ে ।

এইরূপ সহস্র সহস্র স্থলে হুতন প্রকার পরমাণুর সংযোগ বিয়োগ

* কজ্জলী কাঁচা পাকা দুই প্রকার হয় । গন্ধক এবং পারায় মাড়িয়া যে পদার্থ জন্মে তাহাকে কাঁচা কজ্জলী বলে, আর উত্তরূপে তাপ দিয়া বাষ্প হয়, তাহার নাম পাকা কজ্জলী ।

অসংখ্য ও দ্রবের গুণাস্তরোৎপত্তির উদাহরণ দৃষ্ট হইয়া থাকে। পণ্ডিতেরা কহেন যে, ঐ সকল স্থলে দ্রবের পরমাণু সমস্ত অন্য সর্ব-প্রকারে পূর্ববৎ থাকিয়াও বিভিন্নরূপে বিনিবেশিত। হয় বলিয়াই দ্রবের গুণাস্তর জন্মে। তাঁহারা কহেন (১) লেবুর আরকে যে যে প্রকার পরমাণু যত গুলি আছে, টার্পিন তৈলেও সেই সেই পরমাণু তত গুলি আছে বটে, কিন্তু আরকে ঐ সকল পরমাণুর যাহার পর যেটা আছে টার্পিনে ঠিক তাহার পর সেইটা নাই। তাঁহারা ইহাও বলেন, দেখ, যখন কোন দ্রব্য স্ফূৰ্ণাবস্থা হইতে স্থায়ী আকর্ষণ শক্তি প্রভাবে স্বজাতীয় অন্য বস্তু লইয়া স্থূল হইতে থাকে, তখন উহায় অণু সকল যথা তথা বসিয়া যায় না—কিরিয়া সুরিয়া যেম আপনাদিগের নিয়-মিত স্থান গ্রহণ করিয়া লইতে থাকে, এবং সেই জন্যই তাহাদিগের বিশেষ বিশেষ আকারের দানা জন্মে, কিন্তু যদি কোন কারণ বশতঃ ঐ সকল অণু আপনাপন যথাযোগ্য স্থান গ্রহণ করিতে না পার, তবে উহাদিগকে যথা তথা বসিয়া যাইতে হয়, তাহা হইলেও ঐ দ্রব্য স্থূল হয় বটে, কিন্তু তাহার প্রকৃতাকার দানা জন্মিতে পারে না, সুতরাং তাদৃশাবস্থায় উহাদিগের পূর্ব গুণের অন্যথা হইবে, আশ্চর্য্য কি ?

এইরূপ কল্পনা নিতান্ত অসঙ্গত বোধ হয় না। ইহাকে অবলম্বন করিয়া পূর্বোক্ত সমস্ত ব্যাপারের সহজেই মীমাংসা করিতে পারা যায়। (২) যখন স্বচ্ছ সৈন্ধব লবণের দানাকে হস্ত দ্বারা স্পর্শ করা যায় তখন যতই ঈষৎ স্পর্শ হউক না কেন, উহার পরমাণু সকল পূর্বের যে প্রকারে সন্নিবেশিত ছিল, পরে সরূপ থাকে না, সেই জন্যই উহার স্বচ্ছ গুণ গিয়া শুভ্রবর্ণতা জন্মে। যাহারা রাসায়নিক প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা জল যড়াট করিয়া পরফ করিবার চেষ্টা করিয়াছেন, তাঁহারা অবশ্য দেখিয়া থাকিবেন যে, কখন কখন জলকে বথোচিত শীতল করিলেও জল সংযত হয় না। কিন্তু সেই সময়ে যদি ঐ জল কিঞ্চিৎ স্নাত নাড়া পার—এমন কি, যদি উহাতে অণুমাত্র বালুকা পড়ে—তবে

উহা তৎকণাৎ সংযত হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হইতেছে, যেন জলের পরমাণু সমুদ্র সংযত হওনে উদ্ভূত হইয়া থাকে, কিঞ্চিদাত্ম নাড়া পাইলে তাহারা দুইটা তিনটা চারিটা করিয়া সকলে মিলিত হইতে পারে—কিঞ্চিৎ নাড়া না পাইলে স্ব স্ব স্থান হইতে সরিতে পারে না। বোধ হয় পূর্বোক্ত লবণের দৃষ্টান্তও সেইরূপ ঘটে। লবণের অণু সকল এক প্রকারে নিবেশিত হইয়া আছে—কিন্তু হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিবামাত্র তাহারা অন্য প্রকারে সন্নিবেশিত হয়। (৩) সেইরূপ লৌহকে উত্তপ্ত করিলে উহার পরমাণু সকল শিথিল হয়, উহাকে ক্রমে ক্রমে শীতল হইতে দিলে সেই সকল পরমাণু পুনর্বার যে যাহার আপন আপন স্থানে আসিতে পারে, কিন্তু শীঘ্র শীতল করিলে উহার ঠিক আপনাপন স্থানে আসিতে পারে না—যথা তথায় থাকিয়া যায়, অতরাং পরমাণু সমস্তের বিভিন্ন সন্নিবেশ বশতঃ ঐ লৌহের গুণাস্তর জন্মে। (৪) পান্নায় এবং গন্ধকে মিলিয়া কখন যে অতি কৃষ্ণবর্ণ কজ্জলী হয়, আর কখন অতি লোহিত বর্ণ হিঙ্গুল হয়, তাহারও এইরূপ কারণ। জ্বাল শীঘ্র নির্বাণ করিলে উহাদিগের পরমাণুগুলি যে রূপে সন্নিবেশিত হয়, ক্রমে ক্রমে তাপ নির্গম করিয়া দিলে সেইরূপে সন্নিবেশিত হয় না।

কলতঃ যেখানে যেখানে নূতন প্রকার কোন পরমাণুর সংযোগ বিয়োগ ব্যতিরেকে এবং তাহাদিগের ভাগ-পরিমাণের তারতম্য অসত্ত্বেও ত্রব্যের গুণাস্তর উৎপত্তি হয়, সেই সেই স্থলে ঐ সকল পরমাণু বিভিন্ন প্রকার সন্নিবেশিত হইয়াছে, এমত কল্পনা করা আবশ্যিক। এইরূপে যে সকল গুণের সঞ্চারণ হয় বা এইরূপে বাহ্য-দিগের সঞ্চারণ হইয়াছে এমত বোধ হয়, সেই সকল গুণকে সঞ্চারীগুণ কহে।

সঞ্চারী-গুণ অসংখ্য প্রকার; তন্মধ্যে প্রধান কয়েকটির নাম ক্রমশঃ উল্লিখিত হইতেছে।

১।—ঘনত্ব—যাহার পরমাণু সমস্তেই সন্নিবেশ নিবিড় সেই জব্য অধিক ঘন। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ স্থানের মধ্যে কোন কোন জব্যের অধিক পরমাণু থাকিতে পারে, কাছাকাছি বা তত অধিক থাকিতে পারে না। একটা বোতলের মধ্যে যত পারা থাকে, সেই বোতলের মধ্যে জল তত থাকিতে পারিবে না—আর জল যত থাকিতে পারে তৈল তাহা অপেক্ষাও অল্প থাকে। যতএব ইহা অনায়াসেই সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, ঐ তিন জব্যের মধ্যে পারা সর্বাপেক্ষা অধিক ঘন, তাহার নীচে জল, তাহার নীচে তৈল। এক ঘন ইঞ্চি প্রমাণ স্বর্ণ যত ভারী, সেই প্রমাণ তাম্র তত ভারী নয় এবং লৌহ তাহা অপেক্ষাও অল্প ভারী। অতএব স্বর্ণের পরমাণু সমস্ত যত নিবিড়, তাম্রের তেমন নয় এবং লৌহের তাহা অপেক্ষাও অল্প। সুতরাং ঐ তিন ধাতুর মধ্যে স্বর্ণ সর্বাপেক্ষা অধিক ঘন, তাম্র তাহার দ্বিতীয় এবং লৌহ তৃতীয়।

(ঘনত্বের বিপরীত গুণ বিরলত্ব ।)

২।—কাঠিন্য—যাহার পরমাণু সমস্ত এমন রূপে সন্নিবেশিত আছে যে, সেই অবস্থায় তাহাদিগের পরস্পরের আকর্ষণ অধিক প্রবল, সুতরাং বিশিষ্ট বলপ্রয়োগ ব্যতিরেকে তাহাদিগকে পরস্পর বিভিন্ন করা যায় না, তেমন জব্যকে কঠিন বলে। জল, বায়ু অপেক্ষা কঠিন—কাঠ, জল অপেক্ষা কঠিন—এবং লৌহ, কাঠ অপেক্ষাও কঠিন। অধিক কঠিন হইলেই যে অধিক ঘন হয় এমন নহে। পারদ, রৌপ্য অপেক্ষা ঘন কিন্তু কঠিন নয়—শোলা জল অপেক্ষা কঠিন কিন্তু অধিক ঘন নয়।

(কাঠিন্যের বিপরীত গুণ মৃদুতা ।)

৩।—ভঙ্গ-প্রবণতা—যাহাদিগের পরমাণু সমস্ত এমন কোন বিশেষ প্রকারে সন্নিবেশিত হইয়া আছে যে, তদ্বারা জব্যটি অত্যন্ত কঠিন হইয়াও অল্প আঘাতেই শূণ্য হইয়া যায় সেই সকল জব্যকে ভঙ্গ-প্রবণ কহে। কাচ অতিশয় ভঙ্গ-প্রবণ।

(ভঙ্গ-প্রবণতার বিপরীত গুণ ঘাত-সহ্য ।)

৪।—ঘাত-সহ্য—যে সকল দ্রব্য এমন যে, অল্পমাত্র আঘাত পাইলেই ভাঙ্গিয়া যায় না। পার্শ্বের দিকে বাড়িয়া বিস্তৃত হয়, তাহাদিগকে ঘাত-সহ বলা যায়। স্বর্ণ অতিশয় ঘাত সহ। স্বর্ণের অকি ক্ষয়পাত প্রস্তুত হইতে পারে।

(ঘাত-সহ্যের বিপরীত গুণ ভঙ্গ-প্রবণতা ।)

৫।—তান্তবতা—যে সকল দ্রব্যকে টানিয়া অত্যন্ত ক্ষয় তার প্রস্তুত করা যায় তাহাদিগকে তান্তব কহে। প্লাটিনম, স্বর্ণ, ইম্পাত প্রভৃতি অনেকগুলি ধাতু অতিশয় তান্তব।

(তান্তবতার বিপরীত গুণ ছেদ-প্রবণতা ।)

৬।—ভারসহ্য—কোন কোন দ্রব্য পার্শ্বের দিকে ভাঙ্গিয়া যায়, কিন্তু দৈর্ঘ্যের দিকে সহজে ছিন্ন হয় না। তাদৃশ বস্তু সকলকে ভারসহ বলে। একখানি সূত্র কাচের দুই দিক ধরিয়া তাহার মধ্যভাগে কোন বস্তু চাপাইয়া দিলে, ঐ কাচ সহজেই ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে, কিন্তু সেই ভার ঐ কাচের এক দিকে বান্ধিয়া খুলাইয়া দিলে কাচ ছিন্ন হয় না। অতএব কোন দ্রব্য ভঙ্গ-প্রবণ, কেহ বা ছেদ-প্রবণ; যে ছেদ-প্রবণ নয় তাহাকেই ভারসহ বলা গিয়া থাকে। রস্তুতঃ যে ভঙ্গপ্রবণ নয় তাহাকেও ভারসহ বলা যাইতে পারে।

জড় পদার্থের যে সকল পরীক্ষা-সিদ্ধ গুণ পূর্বে কথিত হইয়াছে তাহারাও প্রায় সকলেই এই স্থলে উল্লিখিত হইবার যোগ্য। ইহা সহজেই বোধ হয় যে, বিস্তারিতা, সঙ্কোচতা, স্থিতিস্থাপকতা, বিভাজ্যতা এবং সহিত্রতা প্রভৃতি গুণের তারতম্য কেবল পরমাণু সমস্তের বিশেষ বিশেষ প্রকার বিনিবেশ বশতঃই জন্মিতে পারে। পরমাণুদিগের বিভিন্ন প্রকার বিনিবেশ হওয়াতে বিবিধ দ্রব্যের যে সমস্ত সঞ্চারী গুণ জন্মে তাহার মধ্যে যেগুলি কথিত হইল তৎসমুদায়ই বলপ্রয়োগ দ্বারা পরীক্ষিত হয়। অন্যান্য প্রকারে উহাদিগের

যে আরও নানাবিধ গুণ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা এই স্থলে সমুদায় বলা বাহুল্য হয়। কিন্তু সমুদায় বলা না যাউক, তাহার কয়েকটির উল্লেখ করা আবশ্যিক যৌথ হইতেছে।

১।—মিশ্রতা—যতকিঞ্চিৎ প্রদ্ব্য এমত যে, তাহার সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া যায়। চিনি জলের সহিত মিশে। বাপুকা কদাপি মিশে না, উহা একবার মিশ্রিত করিয়া দিলে আবার নীচে গিয়া সংঘত হইয়া অবস্থিত হয়। অতএব চিনি যেমন মিশ্র বালুকা তেমন নয়।

২।—উদ্ব্যতা—কোন কোন দ্রব্যকে বায়ুতে রাখিলে উহারা শীঘ্র বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয়। সকল স্নগন্ধি দ্রব্য এইরূপ। ঐ সকল দ্রব্য যে পাত্রে থাকে সেই পাত্রের মুখ খুলিয়া রাখিলে উহারা উড়িয়া যায়। কপূর অত্যন্ত উদ্ব্যত।

৩।—দাহতা—কোন কোন দ্রব্য সামান্য অগ্নি সংযোগেই দগ্ধ হয় কেহ বা কিঞ্চিৎ ঘর্ষণেই জ্বলিয়া উঠে। এই সকল দ্রব্যকে দাহ্য বলে। শুষ্ক তৃণকাষ্ঠাদি দাহ্য পদার্থ বলিয়া পরিগণিত।

৪।—দীপ্যতা—কোন কোন দ্রব্য অগ্নি সংযোগে যেমন দগ্ধ হইতে থাকে তেমনই উহা হইতে অত্যন্ত আলোক নির্গত হয়। সেই সকল পদার্থকে দীপ্য বলা যায়। কপূর ও বিলাতি দীপশলাকার মুখে যে পদার্থ * থাকে তাহাও অত্যন্ত দীপ্য।

৫।—স্বচ্ছতা—কোন কোন দ্রব্য এমত যে তাহাদিগের ভিতর দিয়া আলোক আসিতে পারে—সুতরাং সেই সকল দ্রব্য দ্বারা চক্ষু আবৃত করিলে দৃষ্টি রোধ হয় না। এমত সকল পদার্থকে স্বচ্ছ বলা যায়। পরিষ্কার কাচ জল ও বায়ু অতিশয় স্বচ্ছ।

৬।—বজ্রুরত্ব—কোন দ্রব্যই সর্বতোভাবে সম্পৃক্ত নহে। যাহাকে অতি মন্থণ বোধ হয় তাহাকেও অণুবীক্ষণ দিয়া দেখিলে অত্যন্ত

* ঐ পদার্থের নাম দীপক, উহাকে ইংরেজীতে 'কমকরস' বলে।

বন্ধুর দেখা যায়। কলতঃ পারমাণু সমস্ত যদি পরস্পর কিছু কিছু অন্তর থাকে তাহা, হইলেই ঐবোয় বন্ধুরত্ব গুণ জন্মিবে ইহা স্পষ্টই বোধ হইতেছে। বন্ধুরত্বের বিপরীত গুণ নক্ষণঃ ।

৬।—দ্রাব্যতা—কোন কোন ঐক্য তাপ সান্বোধে দ্রব হইয়া তরঙ্গ হয়। স্লেমন মম, সীসক, স্বা, রোপ্য ইত্যাদি। ইহাদিগকে দ্রাব্য বলা যায়।

• ৮।—বর্ণ—বর্ণও নক্ষারী গুণের মধ্যে পরিগণিত। যে দ্রব্য আলোকের যেরূপ রশ্মিকে প্রতিহত করে তাহার সেই বর্ণ বোধ হয়। শুভ্র দ্রব্য হইতে সকল আলোক রশ্মিই প্রতিহত হয়, কৃষ্ণ বর্ণ দ্রব্যে তাহার সকলেই শোষিত হয়।

এই সকল ও অপরাপর নক্ষারী গুণের সবিশেষ বর্ণন ক্রমশঃ অন্যান্য বিজ্ঞান কাণ্ডের যথাযোগ্য স্থানে করা যাইতে পারে।

গতি ।

প্রথম অধ্যায় ।

[গতির কারণ বল—গতির বেগ, কাল এবং দূরত্বাদির
পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণ।] •

কোন বস্তুর এক স্থান হইতে স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি। বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে কোন জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করা যায় না। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ জড় পদার্থের প্রতি অধিক বল প্রয়োগ

করিলে তাহার গতি অধিক দূর পর্য্যন্ত হয়, এবং অঙ্গুল বল প্রয়োগ করিলে অঙ্গুল দূর হয়। এই হেতু বস্তুকেই গতির কারণ বলিয়া বিবেচনা করা যায়।

যেমন জড় পদার্থ মাত্রেরই স্থান-ব্যাপক তেমনি ক্রিয়া মাত্রেরই কাল-ব্যাপক। অর্থাৎ যখন কোন জড় পদার্থ আছে, ইহা ভাবিতে গেলেই উহা কিয়ৎ পরিমাণ স্থান ব্যাপক হইয়া আছে বোধ হয়, তেমনি কোন ক্রিয়া হইতেছে এরূপ অনুমান করিতে গেলেই ঐ ক্রিয়া কিয়দ্দীর্ঘ কাল ব্যাপক হইয়া আছে, ইহা আপনা হইতেই প্রতীত হয়। গতিও একটী ক্রিয়া। সুতরাং অমুক বস্তুর গতি হইতেছে বা অমুক বস্তু চলিতেছে এমত বলিলেই ঐ গতি কি পরিমাণ কালে হইতেছে ইহা সহজেই জিজ্ঞাস্য হইতে পারে।

যদি অঙ্গুল কালের মধ্যে অধিকদূর গতি হয় তবে ঐ গতির বেগ অধিক বলা যায়। যদি অল্পকালে অঙ্গুল দূর গতি হয় তবে গতির বেগ অঙ্গুল বলা যায়। অতএব গতির দূরত্ব এবং তাহার কাল, এই দুয়ের পারস্পর সম্বন্ধ যেরূপ তাহাতেই গতির বেগ নিশ্চয় হয়।

যদি কোন ঘোটক ৪ ঘণ্টা কাল মধ্যে ৩২ ক্রোশ পথ গমন করে তবে তাহার বেগ কত ইহা নিরূপণ করিতে হইলে ৩২ এবং ৪ এই দুই সংখ্যার পারস্পর সম্বন্ধ কিরূপ ইহা বিবেচনা করা আবশ্যিক। দেখা যাইতেছে যে, বত্রিশ চারির আট গুণ—অতএব ঐ ঘোটকের গতির বেগ ৮ অবধারিত হয়—অর্থাৎ ঐ ঘোটক প্রতি ঘণ্টায় আট ক্রোশ পথ যায়। গতির দূরত্ব, কাল এবং বেগ এই তিনের মধ্যে যদি দুইটা জানা থাকে তাহা হইলে অপর অব্যক্তটীও জানা যায়। যথা যে ঘোড়ার গতির বেগ ৮ সে ৪ ঘণ্টায় কত দূর যাইবে? এমত জিজ্ঞাস্য হইলে বিবেচনা করা আবশ্যিক যে যদি দূরত্বকে কাল দ্বারা বিভাগ করিলে বেগ পাওয়া যায়, তবে বেগকে কাল দ্বারা পূরণ করিলে অবশ্য দূরত্ব পাওয়া যাইবে। অতএব $৮ \times ৪ = ৩২$

অর্থাৎ ঐ ঘোটক ৪ ঘণ্টায় ১২ ক্রোশ যাইবে। আবার, যে ঘোড়ার গতির বেগ ৮ সে. যদি ৩২ ক্রোশ পথ গিয়া থাকে, তবে কতক্ষণ চলিয়াছিল? এমত জিজ্ঞাস্য হইল, রিক্টেন্সা বরাউচিত যে, বেগকে কাল দ্বারা পূরণ করিয়া দূরত্ব জানা যায়, তবে 'দূরত্বকে বেগ দ্বারা হরণ করিলেই কাল জানা যাইবে। সুতরাং $\frac{৩২}{৮} = ৪$; অর্থাৎ ঐ ঘোটক চারি ঘণ্টায় ৩২ ক্রোশ গিয়াছিল।

‘যদি ‘দূ’ ‘কা’ এবং ‘বে’ এই সাস্কেতিক বর্ণে দূরত্ব, কাল এবং বেগ বুঝায় তবে গণিত শাস্ত্রের সস্কেতানুসারে ঐ তিনের পরস্পর সম্বন্ধ সজ্জেপে প্রকাশ করা যাইতে পারে; যথা—

(১) দূ : কা = বে, অথবা $দূ \div কা = বে$, যথা, $\frac{৩২}{৮} = ৪$

(২) বে \times কা = দূ যথা, $৮ \times ৪ = ৩২$

(৩) দূ \div বে = কা যথা, $\frac{৩২}{৮} = ৪$

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

[গতির প্রথম নিয়ম—দ্বিতীয় নিয়ম—গতি-সজ্জাত—গতি-বিভাগ—দোলন—চক্রভ্রমণ—কেন্দ্রাতিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখ-বল ।]

পূর্বের কথিত হইয়াছে যে, জড়পদার্থের স্থানান্তর, হওয়ার নাম গতি এবং সেই গতির কারণ বল। ‘স্থানান্তর’ বলিলেই যে স্থানে জড়পদার্থ, প্রথমে অবস্থিত ছিল এবং পরে উহা যে স্থানে গিয়া উপস্থিত হইল এই দুইটা স্থানই অনুভূত হয়। ঐ দুই স্থানের পরস্পর সম্বন্ধ বিবেচনা করিয়া গতির নিয়ম নির্দ্ধারিত হইয়াছে।

প্রত্যক্ষ করা গিয়াছে যে, যে দিক হইতে জড়পদার্থের প্রতি বল প্রয়োগ হয়, উহা তাহার বিপরীত দিকে সরল রেখা ক্রমে চলিয়া যায়। কিন্তু জড় নিশ্চেষ্ট। সুতরাং যদি কোন জড় পদার্থ একবার লিতে আরম্ভ করে, তবে সে কদাপি, স্বয়ং ঐ গতি নিরূপণ করিয়া

স্থির হইতে পারে না। অতএব জড়ের সচল হইতেও যেমন বল প্রয়োগের প্রয়োজন, নিশ্চল হইতেও সেই রূপ, অন্যথা সে কদাপি আপন গতির বেগ হ্রাস বা বর্ধিত করণে সমর্থ হয় না।

এইরূপ বিবেচনা করিয়া নিশ্চিত হইতেছে যে, “জড় পদার্থের প্রতি বল প্রযুক্ত হইলে সেই বলের অভিমুখে সম্মত রেখা ক্রমে চিরকাল সমান বেগে চলে”। ইহাই গতির প্রথম নিয়ম। এস্থলে জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে এইরূপ নিয়ম হইলে চালিত বস্তুর চির-সচলতা কোথাও দেখিতে পাইনা কেন? শর নিক্ষেপ করিলে, ভাঁটা গড়াইয়া দিলে, লাঠিম ঘুরাইলে, কেহ নিবারণ না করিলেও যে উহার আপনা হইতেই দ্বিগুণ হয়, ইহার কারণ কি?। তাহার উত্তর এই যে, বায়ুর প্রতিবন্ধকতা, ভূমির ঘর্ষণ এবং পৃথিবীর আকর্ষণ ঐ সকল স্থলে প্রতিবন্ধকতা করিয়া গতি নিবারণ করে। যদি ঐ সকল প্রতিবন্ধকতা না থাকিত, তবে উৎক্ষিপ্ত শর চিরকাল সমবেগে উর্দ্ধে উঠিত, ভাঁটা ক্রমাগত গড়াইয়া যাইত এবং লাঠিমও যাবৎকাল ঘূর্ণিত হইত।

এই সিদ্ধান্ত কেবল অনুমানসিদ্ধ হইলেও অপ্রমাণ নহে, কারণ এই অনুমান প্রত্যক্ষ-মূলক; দেখ কোন সমতল ঘরের মেজায় ভাঁটা গড়াইয়া দিলে উহা যত দূর যায়, সেই বলে সেই ভাঁটাকে ঘাসের উপর ছাড়িয়া দিলে ততদূর যাইতে পারে না, “বিশমতল ঘাসের ঘর্ষণ উহার গতির অধিকতর প্রতিবন্ধক হয়। এবপ্রকার যন্ত্র আছে যে, তাহা দ্বারা কোন নির্দিষ্ট স্থান হইতে প্রায় সমুদায় বায়ু বাহির করিয়া লওয়া যায়। তখন ঐ স্থানে একখানি চক্র ঘুরাইয়া দিলে সেই চক্র বহুক্ষণ ঘুরে; সূত্রাং বায়ু যে গতির প্রতিবন্ধক তাহা প্রত্যক্ষ সিদ্ধ হইতেছে। পৃথিবীর নিকটে থাকিয়া ইহার অতি প্রবল তর আকর্ষণ-শক্তির বশবর্তী হইয়া থাকিবার যদি কোন উপায় থাকিত, তবে গতির এই নিয়ম একেবারেই প্রত্যক্ষ করা যাইত। কিন্তু-

তাহা না হউক, যে স্থানে ঘর্ষণ নাই—বায়ুর প্রতিবন্ধকতা নাই, এবং পৃথিবীর আকর্ষণও অধিক কার্য্যকারী হয় না, সেই সকল অতি দূরবর্তী গ্রহ নক্ষত্রাদি স্থলে জড় পদার্থের চিরসচলতার সম্যক উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যাইতেছে ; সেই সকল পদার্থ সহস্র বর্ষ ধূর্ধ্বের যেমন চলিত ছিল অদ্যাপি তাহার সেইরূপ চলিতেছে !

গতির দ্বিতীয় নিয়ম—গতি সজ্জাত ।

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটি মাত্র বল প্রদত্ত হইলে যে রূপ ঘটে তাহা কথিত হইল । যদি একেবারে একাধিক দুই তিন বা তদধিক বল প্রযুক্ত হয় তাহা হইলেও পূর্ব নিয়মের কিছু মাত্র অনাথা হয় না, “জড়ের প্রতি যত বল কেন একেবারে দেওয়া যাউক না, সকল বল গুলি স্ব স্ব অভিযুখে সরল রেখাক্রমে উহার গতি উৎপাদন করে” । এইটি গতির দ্বিতীয় নিয়ম ।

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যেজগতে কাহারও বিনাশ হয় না । যেমন এক প্রকার জড় পদার্থের সহিত অন্য প্রকার জড়ের সংযোগ হওয়াতে তাহার রূপান্তর মাত্র হয়, কিন্তু তাহার একটি পরমাণুরও ধ্বংস হয় না, বলেরও সেইরূপ ঘটিতেছে ; একটি বলে যে প্রকার কার্য্য হইত অন্য বলের যোগে সেই কার্য্যের কিছু ভিন্ন ভাব মাত্র দৃষ্ট হইতে পারে । কিন্তু কোন বল যে একেবারে ব্যর্থ হইয়া যাইবে তাহার সম্ভাবনা নাই ।

ফলতঃ কোন জড় পদার্থের প্রতি একেবারে দুইটি বল প্রযুক্ত হইলে যে প্রকার গতি হয় তাহাতে দুইটি বলেরই কার্য্য দেখিতে পাওয়া যায় । ইহা স্পষ্ট করিবার নিমিত্ত একটি প্রতিক্রম প্রদত্ত

খ .

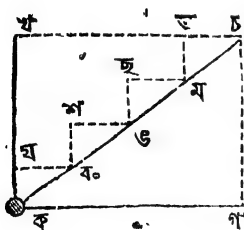
চ

হইল, ‘ক’ নামক কোন কন্মুকের প্রতি এক সময়ে একতঃ দুই বল প্রদত্ত হইয়াছে যে, তাহার একটির প্রভাবে উহা কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে ‘ক’ হইতে ‘গ’ পর্য্যন্ত এবং অপরটির প্রভাবে উহা সেই কালের মধ্যে

‘ক’ হইতে ‘খ’ পর্য্যন্ত যায়। ‘ক’ ঐ দুই ব লরই অধীন হইয়া কার্য্য করে—অর্থাৎ ঐ দুই গতি স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র হইলেও ‘ক’ যে স্থানে যাইত উহা সেই স্থানেই যায়। কাব্যুণ, বিবেচনা করিতে হইবে যে প্রথমতঃ উহার গতি যদি ‘ক’ বলের প্রভাবে ‘গ’ পর্য্যন্ত হয় তবে দ্বিতীয় ‘কথ’ গতি ঐ ‘গ’ স্থান হইতে আবশ্য্য হইবে এবং ‘ক’ যে অভিমুখে এবং যত দূর পর্য্যন্ত আছে ‘গ’ হইতে ঠিক সেই মুখে তত দূর অর্থাৎ ‘চ’ পর্য্যন্ত যাইবে। একেবারে দুই বলের কার্য্য হওয়াতেও তাহাই হইবে। অর্থাৎ ‘ক’ ‘চ’ স্থানে যাইয়া উপস্থিত হইবে।

‘কথ’ যে অভিমুখে, ‘গচ’ সেই অভিমুখে, ‘কথ’ যত দূর, ‘গচ’ ঠিক তত দূর; ইহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে ‘খ’ এবং ‘চ’ একটী সরল রেখা দ্বারা যোগ করিলে ‘কথগচ’ একটী সমান্তরাল চতুর্ভুজ-ক্ষেত্র হইবে তাহার পরস্পর সম্মুখীন দুই দুই ভুজ সমান এবং ‘কচ’ তাহার কর্ণরেখা। সুতরাং ঐ কর্ণরেখা ক্রমেই আহত অব্যের গতি হয়।

পূর্বে যাহা কথিত হইয়াছে, তাহা অভিনিবেশপূর্বক বিবেচনা করিলেই দুই গতির যোগে যে কর্ণ রেখাক্রমে গতি জন্মে ইহা স্পষ্ট প্রতীত হয়। নিম্নলিখিত আদর্শে ‘কৃষ’ প্রভৃতিকে ‘কথ’ প্রভৃতির

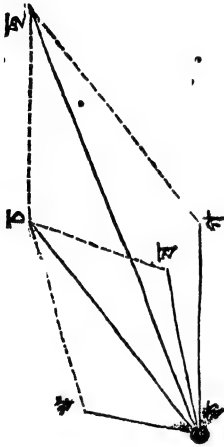


সূক্ষ্মতম অংশ বিবেচনা করিয়া লইয়া দেখ, যখন ‘ক’ উহার ‘কথ’ রেখায় য়ে গতি হওয়া আবশ্য্যক, সেই গতির অনুসারে ‘ক’ হইতে ‘কথ’র কিয়দংশ ‘ঘ’ পর্য্যন্ত যায় সেই কালে উহাকে ‘কগ’ অভিমুখ গতির প্রভাবে ‘ঘব’ রেখায় আসিতে হয়। পুনর্বার যখন উহা

‘বশ’ রেখায় যায় সেই সময় দ্বিতীয় গতির প্রভাবে ‘শঙ’ রেখানুসারেও আসিতে হয়। সুতরাং এইরূপ ক্ষণেক ‘ঙছ’ ক্ষণেক ‘ছম’ ও তাহার পর ‘মভ’ এবং ‘ভচ’ এইরূপে যাইয়া ‘ক’ নামক অব্য ‘চ’

স্থানে উপনীত হয়। ‘কচ’ নামক কর্ণরেখা ‘কখ’ এবং ‘কগ’ এই দুই গতির-সজ্জাত-ফল বলিয়া উহার নাম ‘গতি-ফল’ রাখা গিয়াছে।

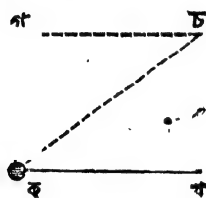
তিনটি চারিটি বা ততোধিক ভিন্ন ভিন্ন বস্তু একেবারে প্রযুক্ত হইলেও তজ্জন্য যে ‘গতি-ফল’ উৎপন্ন হয়, তাহাও এই প্রকারে জানা যাইতে পারে।



পার্শ্ববর্তী আদর্শে দৃষ্টিপাত করিলে বুঝা যাইবে যে ‘ক’ নামক কোন অব্যের প্রতি তিনটি বল প্রদত্ত হইয়াছে, তাহার একটির অভাবে উহার গতি ‘ক’ হইতে ‘খ’ পর্য্যন্ত, দ্বিতীয় দ্বারা ‘খ’ পর্য্যন্ত এবং তৃতীয় দ্বারা ‘গ’ পর্য্যন্ত হয়। ঐ তিন বলের গতি-ফল কোথায় হইবে? এইরূপ জিজ্ঞাসা হইলে প্রথমতঃ বিবেচনা করিতে হইবে যে, এই স্থলে যেন দুইটি মাত্র বল প্রদত্ত হইয়াছে। সেই দুইটি যেন ‘কখ’ এবং ‘কঘ’।

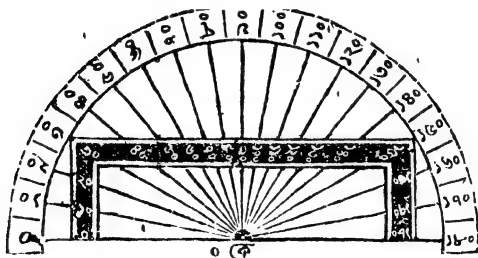
তবে ঐ দুয়ের গতি-ফল নিশ্চয় করিতে হইলে ‘খ’ হইতে ‘কঘ’ এর সমান্তরাল এবং সমান ‘খ্চ’ রেখা টানিয়া ‘কচ’ যোগ করিয়া দিলে ঐ ‘কচ’ উক্ত দুই বলের গতি-ফল বলিয়া অবধারিত হইবে। এক্ষণে এমত বলা যাইতে পারে যে ‘কচ’ গতি ‘কখ’ এবং ‘কঘ’ এই দুই গতির কার্য্য করিতেছে। পরে ‘গ’ হইতে ‘কচ’ এর সমান্তরাল এবং সমান ‘গছ’ রেখা টানিয়া ‘কছ’ সংযুক্ত করিয়া দিলে ‘কচ’ এবং তৃতীয় গতি ‘কগ’ ইহাদিগের গতি-ফল নির্দ্ধারিত হইবে। সুতরাং ‘কছ’ই প্রযুক্ত তিনটি গতির গতি-ফল। এই প্রকাশ করিয়া চারিটি হউক বা পাঁচটি হউক সমুদায় ভিন্ন ভিন্ন গতির গতি-ফল অবধারিত হইতে পারে।

একখানি ক্ষুদ্র গজ্জ* থাকিলে অতি অপায়াসেই গতি-ফল নিরূপিত করা যায়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, যদি উত্তর এবং পূর্ব উভয় দিক হইতে ঠিক এক সময়ে কোন একটী জ্বোয়ার প্রতি এমন দুইটা আঘাত হইয়া থাকে যে উত্তর দিগের আঘাত প্রভাবে ঐ জ্বা যে সময়ে ৪ হাত দক্ষিণদিকে যায়, পূর্বদিকের আঘাত দ্বারা উহা সেই সময়ে ৩ হাত পশ্চিমদিকে যায়, তাহা হইলে প্রথমে গজ্জ ধরিয়া ৪ হাতকে, ৪ ইঞ্চি কল্পনা করিয়া একটা রেখা পাত কর। সেই রেখা 'কখ' হউক। পরে উত্তরদিক এবং পূর্বদিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ হয় ইহা বিবেচনা করিয়া 'ক' স্থান হইতে ঐ গজ্জ দ্বারা



'খকগ' একটা ৯০ অংশ কোণ কর '। 'কগ' রেখাকে তিন ইঞ্চি পরিমিত করিয়া লও। পরে পূর্ববৎ 'গ' হইতে 'কখ' এর সমান এবং সমান্তরাল 'গচ' রেখা পাত করিয়া যদি 'কচ' রেখা টানা যায় তাহা হইলেই 'কচ'

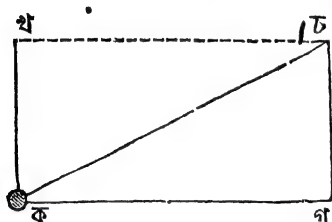
* এই গজ্জ আনিনেরা ব্যবহার করিয়া থাকেন। উহার নাম প্রোট্রাকটিং স্কেল। ঐ গজ্জ অতি সহজেই প্রস্তুত করিয়া লওয়া যাইতে পারে। তাহার প্রতিক্রম এই—



† একটা কাগজে উপরিলিখিত প্রতিক্রমবৎ একটা বৃত্তার্ধ প্রস্তুত কর। এবং তাহাকে চিত্রানুসারে বিভক্ত কর। তাহার পর ঐ বৃত্তার্ধের ভিতর যেপ্রকার চতুষ্কোণ ক্ষেত্র করা গিয়াছে সেইকলা করিয়া এবং উহার অংশ সমস্তকে যথাক্রমে অঙ্কিত করিয়া ঐ

রেখা গতি-ফলের প্রতিক্রিয়া হয় ; গজ দ্বারা মাপিলে ঐ 'কচ' ৫ ইঞ্চি পরিমিত হইবে, সুতরাং এই স্থলে বাস্তবিক গতি-ফল ৫ হাত নির্দ্ধারিত হয় ।

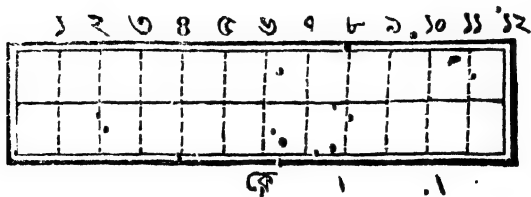
যে রূপ ক্রিয়া দ্বারা গতির সম্ভাতি ফল নিরূপিত করা যায়, তাহার নিপন্নীত ক্রিয়া দ্বারা যদি এই গতি-ফল এবং তাহার একটী গতি জানা থাকে, তবে অপর গতিও জানা যাইতে পারে । নিম্নবর্তী চিত্রে যদি 'কথ' একটী গতির এবং 'কচ' গতি দ্বয়ের সম্ভাতি-ফলের



প্রতিক্রিয়া হয় তবে অপর গতির প্রকৃতি জানিবার নিমিত্ত 'চ' হইতে 'কথ' এর সমান এবং সমান্তরাল 'চগ' নামক রেখা পতিত করিতে গ হয় । তাহার পর 'কগ' যোগ

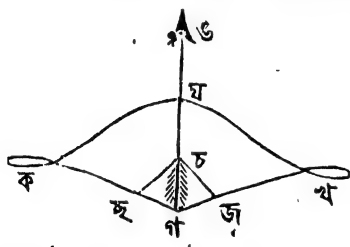
করিয়া দিলে ঐ 'কগ' অব্যক্ত গতির প্রতিক্রিয়া হইবে । গজ দ্বারা মাপিয়া ঐ গতির পরিমাণও নিশ্চয় করা যাইতে পারে । কিন্তু

আয়ত ক্ষেত্রটা কাটিয়া লও । তাহা হইলেই কোণ মাপিবার উপায় হইবে । যে স্থানে যত বড় কোণ হইবে সেই স্থানে ঐ গজের 'কে' নামক কেন্দ্র স্থান সংস্থাপিত করিবে । পরে যত বড় কোণ করা আবশ্যক তাহা বিবেচনা করিয়া অঙ্কিত কর্তৃত্ব পেনসিল দ্বারা রেখা টানিয়া দিলেই প্রয়োজনমত কোণ হইবে । ঐ কাগজ খানির অপর পৃষ্ঠকে নিম্নবর্তী দ্বিতীয় প্রতিক্রিয়াবৎ ১২টী সমান ভাগে বিভাগ করিয়া রাখিলে তদ্বারা ইঞ্চি প্রভৃতি মাপিয়া লওয়া যাইবে ।



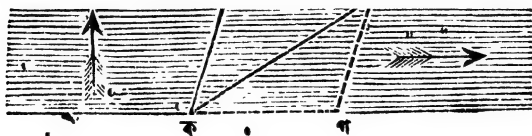
দুইয়ের অধিক গতিদ্বারা যে গতি-ফল উৎপন্ন হয় সে স্থলে গতি-ফল এবং একটি মাত্র গতি জানিয়া অপর গতিগুলি নিশ্চয় জানা যাইতে পারে না। সে স্থানোৎপন্ন করিয়া অব্যক্ত গতির নিদর্শন হইয়া থাকে।

উক্ত রূপ বহু গতি দ্বারা যে এক মাত্র গতি-ফল উৎপন্ন হয় ইহা অনেক স্থলেই প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। দেখ যদি দুই জন লোক কোন ব্যক্তির দুই দিকে হাত ধরিয়া টানিতে থাকে, তবে ঐ ব্যক্তি কোন এক জনের দিকে না গিয়া উভয়ের মধ্য দিয়া যাইবে। যখন ধনুক যোগে শর নিক্ষেপ্ত হয়, তখনও ঐ ধনুকের জ্যা শরকে দুই দিক হইতে ঠেলে, তাহাতে শর উভয় বলের মধ্য স্থান দিয়া গমন করে। পরবর্তী প্রতিরূপে দেখিয়া স্পষ্ট বুঝিয়া লও।

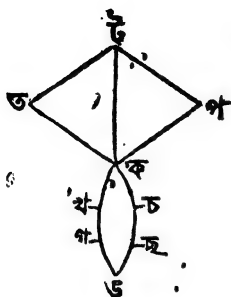


যখন কেহ স্রোতস্বতী নদী সম্ভরণ দ্বারা স্বয়ং পার হয় তখন সে ব্যক্তি ঠিক সমান পার হইয়া যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের স্রোতঃ

প্রযুক্ত তাহাকে প্রবাহাভিমুখেও কিয়দূর ভাসিয়া যাইতে হয়।

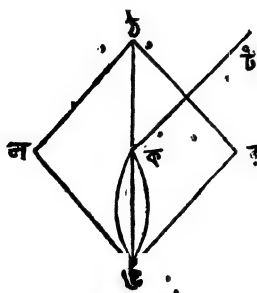


অতএব সে ঠিক সমানরূপে পার হইয়া অপর পারে উঠিতে পারে না, উক্তবর্তী প্রতিরূপ ইহা সপ্রমাণ হইতেছে।



নাবিকেরা এই বিষয় উত্তমরূপ বুঝিয়া থাকে এবং ইহা বুঝিয়া সূক্ষ্মশীল নৌকা চালায়। বামভাগস্থ চিত্র দেখিয়া বিবেচনা কর 'কঙ' নামক নৌকার 'চ' 'ছ' 'খ' ও 'গা' এই চারি স্থানে চারিটা দাঁড় আছে। কেবল এক দিকের দাঁড় টানিলে নৌকা ঠিক যায় না; একেবারে

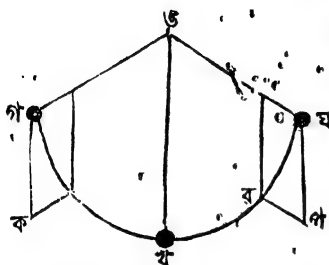
দুই দিকের দাঁড় ফেলিতে হয়। 'খ' এবং 'গ' এই দুই স্থানে যে দুই দাঁড় আছে, তদ্বারা নৌকার গতি 'কণ্ড' অভিমুখে হইতে পারে, আর 'চ' 'ছ' স্থলে যে দুই দাঁড় আছে, তদ্বারা উহার গতি 'কত' রেখাক্রমে হয়। সুতরাং উভয় গতির ফল কর্ণরেখাক্রমে হইয়া নৌকা 'কট' রেখায় চলিতে থাকে যে জলে নৌকা চলিতেছে যদি তাহাতে অননুকূলরূপে স্রোতঃ বহিতে থাকে অথবা তৎকালে কোন দিকে বায়ু বহে কিম্বা পূর্বোক্ত চারিটা দাঁড়ের মধ্যে কাহার বল অপেক্ষাকৃত অধিক বা অল্প হয়, তাহা হইলে নৌকা ঠিক সমান যাইতে পারে না। ঐ সকল বৈষম্য নিবারণ করা কর্ণধারের কর্ম।



এই চিত্রে বিবেচনা করিতে হইবে; 'কঙ' নৌকা 'কট' পথে যাইবে, কিন্তু পূর্বোক্ত কোন কারণ বশতঃ উক্ত নৌকার গতি 'কট' বা 'ঙর' রেখাক্রমে হইতেছে, এস্থলে কর্ণধারকে এমনত করিয়া হালি ধরিতে হইবে যাহাতে নৌকার গতি ঐ সকল প্রতিবন্ধক না থাকিলে

'ঙল' রেখাক্রমে হয়। 'ঙ' হইতে 'রঠ' এর সমান এবং সমান্তরাল

‘ওল’ রেখা টানিলে বুঝা যাইবে যে ‘ওল’ এবং ‘ওল’ এই দুই গতির সংঘাতে ‘ওকঠ’ বা ‘কঠ’ অভিযুগ্মে গতি-কল জন্মিবে।



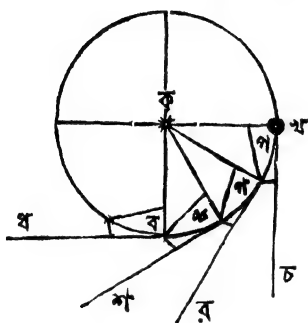
গাবার এই চিত্রে বিবেচনা

‘করিয়া দেখ, ‘খ’ নামক কন্দুক ‘ওখ’
রজ্জু দ্বারা লগ্নমান আছে। যদি
‘খ’ কে ‘ঘ’ পর্যন্ত তুলিয়া ছাড়িয়া
দেওয়া যায় তবে উহা ‘যথগ’ নামক
পথে পুনঃ পুনঃ গমন করিতে থাকে।

এই স্থলে বিবেচনা করিতে হইলে যে, ‘ওখ’ রজ্জু যত বলে ‘খ’ নামক কন্দুককে ঝুলাইয়া রাখিয়াছে, পৃথিবীও ঠিক তত বলে উহাকে নিম্নে আকর্ষণ করিতেছে। ‘কারণ, পৃথিবী অধিক বলে আকর্ষণ করিলে, কন্দুক পৃথিবীর মাধ্যাভিমুখে পড়িয়া ধাইত, রজ্জুর বল * অধিক হইলে উহা আরও উর্দ্ধে উঠিত। অতএব বলিতে হইল ‘খ’ এর প্রতি উপর ও নীচের দুই দিকের বলই সমান। এক্ষণে বোধকর যখন ‘খ’ ‘ঘ’ স্থানে গিয়াছে তখন পৃথিবী ‘ঘপ’ রেখাক্রমে উহাকে আকর্ষণ করিতেছে; তবে ‘ওঘ’ অর্থাৎ রজ্জু স্থানীয় বল ‘ঘপ’ এর সমান হইবে, সুতরাং কন্দুকের গতিফল ‘ঘর’ প্রভৃতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশে ক্রমশঃ হইয়া পার্শ্বোপরি ‘যথগ’ চিহ্নিত ধনুর আকারে দৃষ্ট হইবে। পরন্তু কন্দুক যে ‘খ’ স্থানে আসিয়া ক্রমে ক্রমে আরও উর্দ্ধদিকে উঠিয়া যায় তাহার কারণ ঐ কন্দুকের নিশ্চেষ্টতা গুণ মাত্র—অর্থাৎ যেমন পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, জড় বস্তুকে একবার পরিচালিত করিলে সে স্বয়ং নিরন্তর হইতে পারে না। এই হেতু ‘খ’ ‘ও’ এর ঠিক নীচে আসিয়াও স্থির হয় না।

* গতির উৎপাদক এবং নিবারণক উভয় কারণকেই ‘বল’ বলা যায়।

দুই বলের প্রভাবে মীল স্থানেই কেবল সরল রেখায় বা ধনুর আকারে গতি-কল জন্মে এমনত নহে ; কোথাও কোথাও দুই বলের সম্পূর্ণ যোগে বৃত্তাকার গতি-কলও উৎপন্ন হইয়া থাকে । তাহার প্রমাণ, কোন রজ্জুর এক প্রান্তে একটা কল্লুক বদ্ধ করিয়া এবং ঐ রজ্জুর অপর প্রান্ত মৃত্তিকা প্রোথিত করিলে বদ্ধ করিয়া যদি কল্লুকের প্রতি এক দিক হইতে বিনা পূর্বক আঘাত করা যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে, কল্লুকটা অনেক বার কীলকের চতুর্দিকে ফিরে। তাহার কারণ পার্শ্ববর্তী চিত্র * দেখিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে। এস্থলে



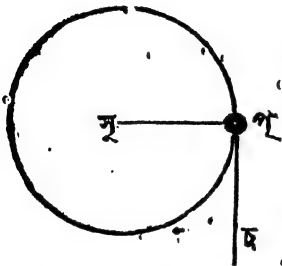
‘কখ’ রজ্জু ‘ক’ নামক কীলকে বদ্ধ
আছে, এক্ষণে যদি ‘খ’ এর প্রতি ‘খচ’
অভিमुखে আঘাত করা যায় তবে উহা
সেই আঘাতেই বসে ‘খচ’ স্পর্শ-জ্যা
‘রেখা’ ক্রমে যাইতে চাহে, কিন্তু ‘কখ’
রজ্জু দ্বারা বদ্ধ থাকাতে সেইরূপ
যাইতে পারে না। ‘খক’ এবং ‘খচ’

এই দুই বলের সংঘাতে 'থপ' গতি-ফল জন্মে। পুনর্বার 'প'র এবং 'পক' এই দুই বলের যোগে 'পগ' গতি-ফল হয়। এই ঙ্কার 'গশ' এবং 'কগ' যোগে 'গক' হয়, এবং 'ফব' ও 'কক' যোগেও ঐকশ হইতে থাকে। এইরূপে অব্যর্টা 'থপ' প্রভৃতি স্বক্স অংশে ক্রমশঃ গমন করত পরিশেষে একটা বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করে।

ষোড়ার চক্র দেওয়া দেখিলে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে বোধ-

* এই চিত্রে কিঞ্চিদোষ হইয়াছে। উত্তর বল সংযোগে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমান্তরাল চতুর্ভুজ জন্মে তাহা যথার্থরূপে প্রদর্শিত হয় নাই। রেখাগুলি সমান্তরাল হয় নাই। কিন্তু ইহাভেদে তাৎপর্যার্থ বোধ হইতে পারিবে।

গম্য হয়। এক জন ঘোড়ার মুখরশ্মি ধরিয়া দণ্ডায়মান থাকে, আর এক ব্যক্তি ঐ অশ্বকে কশাঘাত করে। কশাঘাত করিলেই ঘোড়া বেগে চলিয়া যাইতে চেষ্টা করে, কিন্তু মুখরশ্মি দ্বারা বন্ধ থাকতে উভয় বলের বশীভূত হইয়া চক্রাকার পথে ভ্রমণ করিতে থাকে। পৃথিবীাদি গ্রহগণ যোঃসূর্য্যকে প্রাক্ষিপণ করিয়া স্ব স্ব কক্ষ ভ্রমণ করিতেছে, তাহাও উক্ত প্রকার বলধ্বন্য প্রভাবেই হইতেছে।



যে দুই বলে বস্তুর চক্রাকার পথে ভ্রমণ হয়, পণ্ডিতেরা তাহাদিগের দুইটি নাম রাখিয়াছেন। যে বলের প্রভাবে অন্য কেন্দ্রের অভিমুখে যায় তাহার নাম কেন্দ্রাভিমুখ, আর যাহার প্রভাবে উহাকে কেন্দ্র ত্যাগ করিয়া যাইতে হয়

তাহার নাম কেন্দ্র-বিমুখ বল। উপরিস্থ চিত্রে 'সু' ও 'পৃ' কে সূর্য্য ও পৃথিবীর প্রতিক্রিয়া স্বীকার কর, এক্ষণে 'পৃ' রেখায় পৃথিবীর কেন্দ্র বিমুখ বল দৃষ্ট হইতেছে এবং 'সু' রেখাতে কেন্দ্রাভিমুখ বল দেখা যাইতেছে। যদি পৃথিবীর প্রতি কেন্দ্রাভিমুখ বল না থাকিত তবে ইহা 'পৃ' এই স্পর্শ-জ্যা রেখাক্রমে চলিয়া যাইত, বৎসরে বৎসরে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিত না। আবার যদি ইহার প্রতি কেন্দ্র-বিমুখ বল না থাকিত তাহা হইলে ইহা 'পৃ' রেখাক্রমে সূর্য্য কর্তৃক আকৃষ্ট হইয়া ক্রমশঃ তাহার নিকটবর্তী এবং পরিশেষে সূর্য্য শরীরে পতিত ও তাহাতে বিলিণ্ড হইত।

যেমন সরল রেখায় যে গতি-ফল জন্মে তাহাকে বিভাগ করিয়া সেই গতি-ফল কোন্ কোন্ গতির সংঘাতে জন্মিয়াছে তাহা জানিতে পারা যায়, সেই রূপ চক্রাকার গতিতেও যে কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখ দুই বলের কার্য্য হইতেছে তাহাও গণিত

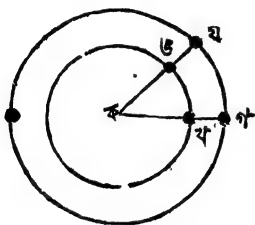
শাস্ত্রের কিঞ্চিৎ আশ্রয় লীলেই আনায়াসে বুঝতে পারা যায়। ঘোড়াকে চক্র দেওয়াইবার সময় যদি ইচ্ছা তাহার মুখরশ্মি ছিন্ন হয়, তবে ঘোড়া সরল রেখাক্রমে বেগে চলিয়া যায়। বালকেরা যখন ফিঙ্গা দ্বারা চিল ছোড়ে, তাঁর ফিঙ্গাটিকে বারকত ঘুরাইয়া চিল ছাড়িয়া দেয়, ছাড়িয়া দিবামাত্র ঐ চিল অতিশয় বেগে সরল রেখাক্রমে গমন করিতে আরম্ভ করে। ছুরিতে শাণদিবার সময় শাণটা চক্রাকারে ঘুরে, কিন্তু তদ্বারা ছুরির মল সমস্ত সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া পড়িতে থাকে। যাতায় কোন দ্রব্য চূর্ণ করিতে যত বেগে যাতা ঘুরাইয়া দেওয়া যায়, উহা হইতে চূর্ণ সমস্ত তেমনি বেগে সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া আইসে। লাঠিম ঘুরাইয়া তাহার উপর কোন ক্ষুদ্র দ্রব্য রাখিয়া দিবার চেষ্টা করিলেই দেখা যায় যে, ঐ দ্রব্য লাঠিম কর্তৃক সরল রেখাক্রমে দূরীকৃত হইতে থাকে।

কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখবল দুই পরস্পর সমান না থাকিলে কোন দ্রব্যের চক্র গতি হইতে পারে না। কারণ যদি কেন্দ্রবিমুখ-বল অধিক হয়, তবে দ্রব্যটা স্পর্শজ্যাক্রমে যায়, আর যদি কেন্দ্রাভিমুখ-বল অধিক হয়, তবে উহাকে ক্রমশঃ কেন্দ্রের নিকটে যাইতে হয়। অতএব এই দুই বলের মধ্যে একটীর পরিমাণ নিশ্চয় করিতে পারিলে দুইটীরই পরিমাণ নিরূপিত হইতে পারে। কিন্তু ইহাদ্বিগের পরিমাণ নির্দেশ করা অপেক্ষা কিরূপে ইহাদিগের হ্রাস বৃদ্ধি হয় তাহা প্রথমতঃ জানা আবশ্যিক। দেখা গিয়াছে, রজ্জুতে একটা ডিল রাখিয়া ঘুরাইতে ঘুরাইতে যদি ক্রমশঃ তাহার বেগ বৃদ্ধি করা যায়, তবে রজ্জু ছিন্ন হয়। সুতরাং চক্রগতির বেগ বৃদ্ধি হইলে তাহার কেন্দ্রবিমুখ-বলও বৃদ্ধিত হয়, ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল। আবার ইহাও দৃষ্ট হইয়াছে যে রজ্জুতে কোন লম্বু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘুরাইলে, রজ্জু ছিন্ন হয় না কিন্তু যদি তাহাতে কোন ঞ্চ দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘুরিত করা যায় তবে

‘প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

।

সেই বেগেই রজ্জু ছিন্ন হয়। অতএব ইহাও স্বীকার করিতে হইল যে, জব্য ভারী হইলে তাহার কেন্দ্র ভ্রমণে কেন্দ্র-বিমুখ-বল গরিষ্ঠ হইয়া থাকে। অর্থাৎ, ইহাও দৃষ্ট হইয়া থাকিবে যে, কোন জব্যকে একটি রজ্জুর অগ্রভাগে বন্ধন করিয়া এবং সেই রজ্জুর অপার প্রান্ত অঙ্গুলি দ্বারা ধারণ করিয়া যদি তাহাকে ঘূর্ণিত করা যায় এবং ঐ প্রকারে ঘূর্ণিত করিতে করিতে ক্রমশঃ রজ্জুকে দীর্ঘ করা যাইতে থাকে, তবে রজ্জুটি যত দীর্ঘ হয় তাহাকে ঘূর্ণিত করিতে ততই অধিক বলের প্রয়োজন হইতে থাকে। এইরূপ করাতে কখনও বা রজ্জু সমধিক দীর্ঘ হইয়া ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব বোধ হইতেছে যে, কেন্দ্র হইতে যত দূর কোন জব্য ঘূর্ণিত হয়, তাহার কেন্দ্র-বিমুখ-বল ততই বাড়ে। ফলতঃ এইরূপে যে কেন্দ্র-বিমুখ-বল বর্জিত হয় তাহার কারণ কেবল জব্যের ভ্রমণ কালীন বর্জিত বেগ মাত্র। ইহা এই প্রতিপত্তি দেখিলেই স্পষ্ট বোধ

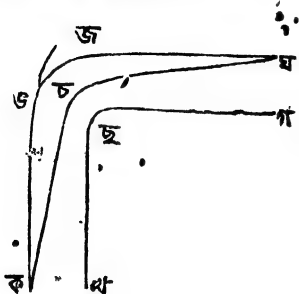


হইবে। রজ্জু ক্ষুদ্র থাকিলে যদি জব্যটা কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে ‘খ’ হইতে ‘ঙ’ পর্যন্ত যায় এবং রজ্জু দীর্ঘ হইলে যদি ঐ জব্য সেই কালের মধ্যে ‘গ’ হইতে ‘ঘ’ পর্যন্ত যাইতে থাকে এমত হয়, তবে ‘খঙ’ যত স্থান

‘গঘ’ তাহা হইতে অধিক স্থান ইহা স্পষ্ট দৃষ্ট হইতেছে। পরন্তু সমকালে অধিক স্থান গাওয়া বেগ অধিক না হইলে হয় না। অতএব রজ্জু দীর্ঘ করায় বেগ বাড়ে ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল।

১।—কেন্দ্রবিমুখ-বলের কার্য্য নানা স্থলে দেখিতে পাওয়া যায়। বেগে, দৌড়িতে দৌড়িতে, যদি কাহাকেও পথের বক্রতা প্রযুক্ত বক্র হইয়া যাইতে হয়, তবে দেখিতে পাই তিনি সেই বক্রস্থলে

উপস্থিত হইলেই পথের মধ্য দিকে সরিয়া আইসেন। তাহা



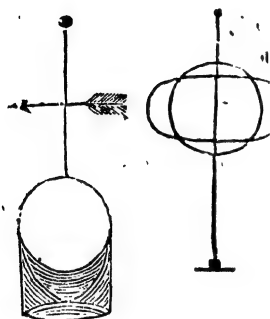
না আসিলে, পথের বহির্ভূত হইয়া পড়িবার সম্ভাবনা থাকে। 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত যেন একটি বক্র পথ। ঐ পথে যেন যাঁহা যাইতে হইলে 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত এবং 'ঙ' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত সমান রূপে যাওয়া যায়

না। 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত বেগে চলিয়া গেলে 'ঙ' উত্তীর্ণ হইয়া বহির্ভূত 'জ' স্থানে পড়িতে হয়। এই জন্য 'ক'চ' রেখাক্রমে যাওয়া আবশ্যিক, এবং ঐ রেখাক্রমে যাইবার কালে 'খ'ছ'গ' অভিমুখে ঝুঁকিয়া যাইতে হয়। আর বিবেচনা করিয়া দেখিলে ইহাও স্পষ্ট বোধ হইবে যে, এইরূপ গমন কালে যে দিকে ঝুঁকিয়া যাওয়া যায় সেই দিকে পাদেয় কনিষ্ঠাঙ্গুলির দিক ও অপর দিকের পাদেয় মধ্যাঙ্গুলের দিক যেমন বলে ভূতল স্পর্শ করে অপর ভাগ তেমন করে না। এইরূপে কেন্দ্র-বিমুখ-বলের বিপরীত কার্য্য করিয়া অনায়াসে বেগে যাওয়া যায়। শকটাদির এইরূপ করিয়া চলিবার সামর্থ্য নাই। সুবরাং তাহার যাইতে যাইতে প্রায়ই স্ক্রকোশলে চালিত না হইলে ঐ সকল স্থলে স্থগিত হইয়া থাকে, অথবা পড়িয়া যায়।

২।—আবর্ত হইলে মধ্যস্থলের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উচ্চ হইয়া উঠে তাহারও কারণ কেন্দ্র-বিমুখ-বল। ইহা অতি সহজে পরীক্ষা করিয়া দেখা যায়। একটা গ্লাসে অর্দ্ধ গ্লাস পরিপূর্ণ জল রাখিয়া যদি সেই গ্লাসকে দুই হাতে ঘর্ষণ দ্বারা বেগে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে গ্লাসের মধ্যভাগের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উন্নত হইয়া উঠে। অধিক বেগে ঘুরাইলে জল উচ্ছ্বসিত হইয়া পড়ে।

৩।—জলপূর্ণ-ভাণ্ডের মুখে গজ্জু বন্ধন করিয়া যদি অতি বেগে

সেই ভাণ্ডকে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে জল ঋন্তকের উপর দিয়া উণ্টা-ইয়া আইসে, তথাপি কেন্দ্র-বিমুখ-বলের প্রভাবে ভাণ্ড হইতে নীচে পড়িয়া যায় না। নিম্নোক্ত প্রথম প্রতিকৃতি দেখিয়া ইহা সপ্রমাণ করিয়া লও।



৪।—বালকেরা যে ফিফা লইয়া খেলা করে তাহার ঢিল যে নীচে পড়িয়া যায় না তাহারও এই কারণ।

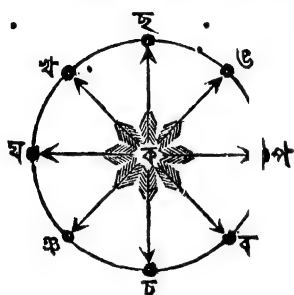
৫।—একটা তাল পত্রকে মুড়িয়া রক্তাকার করত যদি ঐ তাল পত্রের দুই স্থানে দুইটা ছিদ্র করিয়া একটা কাঠিকা পরিহিত করান যায়, এবং ঐরূপ করিয়া

কাঠির এক দিক ভূমি স্পর্শ করাইয়া, অপর দিকে দুই হস্ত দ্বারা ঘর্ষণ করত উহাকে অতি বেগে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে সেই রক্ত উর্দ্ধ এবং অধভাগে সঙ্কুচিত হইয়া ক্রমশঃ দুই পার্শ্বে স্ফীত হইয়া উঠিবে।

৬।—কোন দ্রব্য জামিত হইলেই এইরূপ ঘটে। পৃথিবীও আপন ব্যাসের উপর বেগে অনবরত ভ্রমণ করিতেছে। সুতরাং ইহারও মধ্যভাগে অধিক স্ফীত হইবার সম্ভাবনা, বাস্তবিক তাহাই হইয়াছে। পৃথিবীর নিরক্ষদেশ-বেষ্টন-কারী রক্তের ব্যাস যত বড় ইহার উত্তর-মেরু-বেষ্টনকারী রক্তের ব্যাস তত বড় নয়। নিরক্ষ রক্তের ব্যাস প্রায় ২৩ ভূগোল মাইল অধিক।

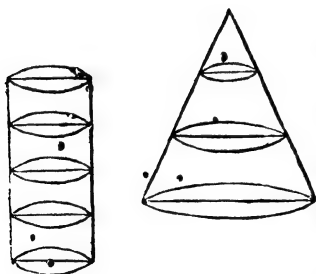
৭।—কেন্দ্রবিমুখ-বলের আর কতক গুলি উত্তম উদাহরণ আছে, অভিনিবেশ পূর্বক বুঝিলে তদ্বারা অনেক শিক্ষা প্রাপ্ত হওয়া যায়। কিন্তু গণিত শাস্ত্রে সমীচীন ব্যুৎপত্তি না থাকিলে ঐ গুলির বিশেষ তাৎপর্য্য বোধ হওয়া সুকঠিন—সুতরাং এই স্থলে কেবল তাহাদিগের উল্লেখ মাত্র করা যাইতেছে।

যখন একখানি খালা ঐ অপর কোন সমতল দ্রব্যকে অঙ্গুলির উর্দ্ধে স্থাপন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায়, তখন ঐ দ্রব্যের চক্র গতি হইতে থাকে, কিন্তু উহার কেন্দ্রাভিমুখ বল কোথায় হঠাৎ তাহা বুঝিতে পারা যায় না। অতএব ঐ স্থলে বিবেচনা করিতে হয় যে, ঐ খালা খানি বহু পরমাণুর সমষ্টি। উহার মধ্যস্থলে, যথা পূর্ববর্তী প্রতিক্রিয়াতে 'ক'এর নীচে, অঙ্গুলি প্রদান করাতে উহা অঙ্গুলির



উপর স্থির হইয়া আছে, এবং যেরূপে ভ্রামিত হওয়াতে উহার একটি পরমাণু 'ব' যেমন শরাভিমুখে ঘাইতে চেষ্টা করিতেছে, অপর দিকের পরমাণু 'খ' ও সেইরূপ বিপরীত দিকে ঘাইবার চেষ্টা করাতে হইরের কেহই ঘাইতে

পারে না। 'চ'য়ে 'ছ'য়ে, 'ঙ'তে 'ঞ'তে এবং 'প'য়ে 'ষ'য়েও এইরূপ হইতেছে। সুতরাং ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর কেন্দ্র-বিমুখ-বলই একটি কেন্দ্রাভিমুখ-বলের কার্যকারী হইতেছে।

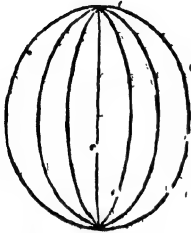


কতক গুলি বৃত্তকে উপর্যপরি করিয়া কসাইলে একটি স্তম্ভ হয়। সুতরাং যদি স্তম্ভাকার কোন পদার্থকে উহার কেন্দ্রভেদী কীলকের উপর ঘূর্ণিত করা যায়, তবে ঐ কীলকের উপরে কোন দিক হইতে টান পড়ে না।

নীচের বৃত্তটি বড় উহার উপরেটী তদনেকা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র

এইরূপ অনেক গুলি রক্তকে উপর্যুপরি সংস্থাপিত করিলে একটি রক্তস্থলী হয়। সুতরাং রক্ত-স্থলীরও পৃষ্ঠোক্ত গুণ থাকে। অর্থাৎ উহাকে ঘূর্ণিত করিলে সকল দিক হইতেই সমান আকর্ষণ হয়।

রক্তের ঘূর্ণনে বস্তুল উৎপন্ন হয়।



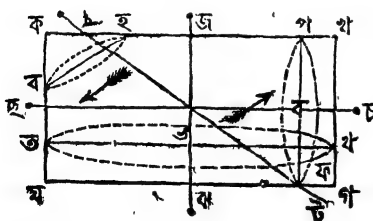
সুতরাং গোল পদার্থেরও এইগুণ থাকে।

অতএব ইহা দ্বারা এই সিদ্ধান্ত করা যা-

ইতে পারে যে, যে দ্রব্যকে ঘূর্ণিত করা

যায় উহা যে বাসের উপরে নির্ভর করিয়া

ঘুরে যদি সেই বাস হইতে দুই দিকের পরমাণু উভয় দিকে সম-
দূরবর্তী হয়, তাহা হইলে বাসের উপর কোন দিকে টান পড়ে না।
কিন্তু যদি তাহা না হইয়া কোন এক দিকের একটি পরমাণু যে
রক্তে ভ্রমণ করে তাহার বিপরীত, দিকের পরমাণু ঠিক সেই রক্তে
না ঘুরে তাহা হইলেই এক দিকের এক স্থানের কেন্দ্র-বিমুখ-বল
অধিক এবং অপর দিকের সেই বল অল্প হওয়াতে বাসের উপর
আকর্ষণ হয়। তাদৃশ দ্রব্য কেবল অঙ্গুলির অগ্রভাগের উপরিস্থিত
হইয়াই ঘূর্ণিত হইতে পারে না। ইহা একটি প্রতিক্রিয়া দ্বারা
আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে।



‘কথগষ’ একটি ঘন-চতুষ্কোণ

দ্রব্য। উহার একটি বাস

‘চছ’ আর একটি ‘জঝ’ এবং

আর একটি ‘টঠ’। এক্ষণে

দেখা যাইতেছে যে, ‘চছ’ বাস ধরিয়া ঐ দ্রব্যকে ঘুরাইলে ঐ
‘চছ’ এর দুই দিকে ‘প’ এবং ‘ক’ প্রভৃতি যত পরমাণু আছে

তাছারা ঐকরান্তিক হইয়া ঘুরিবে। সুতরাং ‘পক’ এর কেন্দ্র-বিমুখ বল ঠিক সমান এবং ঐকরান্তির বিপরীত দিকে অবস্থিত হওয়াতে ‘চছ’ ব্যাসের ‘ব’ স্থানে কোন দিকে টান পড়িবে না। এইরূপে ‘চছ’ এর সর্বত্রই হইবে।

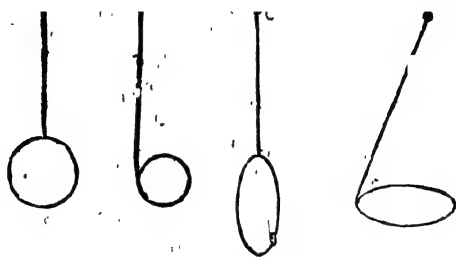
‘জরা’ ব্যাসের উপর ঘুরাইলেও ঠিক ঐরূপ ঘটিবে। অর্থাৎ ‘ত’ এবং ‘থ’ আদি সকল পরমাণু ‘জরা’ হইতে সমদূরবর্তী হওয়া প্রযুক্ত উহারাও ঐকরান্তিক হইয়া ভ্রমণ করিবে। সুতরাং ঐ ‘জরা’ ব্যাসের ‘ভ’ আদি কোন স্থানেই কোন দিকে টান পড়িবে না।

কিন্তু ‘টঠ’ ব্যাসের উপর ঘুরাইতে গেলে এই প্রকার হইবে না, কারণ ‘হ’ ‘র’ প্রভৃতি দুই দিকের পরমাণু সমস্ত ‘টঠ’ হইতে সমদূরবর্তী নয়। সুতরাং ‘র’ এর কেন্দ্র-বিমুখ-বল যত হইবে ‘হ’ এর কদাপি তেমন হইতে পারিবে না। ঐ ব্যাসের ‘ট’ এর দিকে একরূপ কিন্তু ‘ঠ’ এর দিকে তাহার বিপরীত ঘটিবে। যে দিকে যে অভিমুখে অধিক টান পড়িবে তাহা দুইটা শর দ্বারা চিহ্নিত করা গিয়াছে। শরের মুখ যে দিকে সেই দিকে আকর্ষণের আধিক্য বুঝিতে হইবে।

এক্ষণে ঐ শরাভিমুখ দুই বলের প্রকৃতি পরীক্ষা করিলেই বোধ হইবে যে, উহারা উভয়েই যাহাতে ‘টঠ’ ব্যাসকে ‘চছ’ প্রধান ব্যাসের সহিত মিলিত করিতে পারে, এমত চেষ্টা পাইতেছে। ফলে তাহাই দেখা যায়, ‘টঠ’ ব্যাস ধরিয়া স্রাবটাকে ঘুরাইতে গেলে যেমন দুই দিকে জোর পড়ে বোধ হয় ‘চছ’ ধরিয়া ঘুরাইলে কখনই তেমন বোধ হয় না।

অন্য প্রকার পরীক্ষা দ্বারাও এই কথা সপ্রমাণ করা যাইতে পারে। একটি অঙ্গুরীর এক পাশে সূত্র বদ্ধ করিয়া ঝুলাইয়া ধর এবং ক্রমে ক্রমে ঐ সূত্রে পাঁক দিতে থাক। অঙ্গুরীয়টো ঘুরিতে ঘুরিতে ক্রমে উন্নত হইয়া উঠিবে, কারণ পরগুণ্ডার প্রথম প্রতিক্রিয়াতে

যে রূপ আছে ঘুরাইলে উহা সে প্রকার না থাকিয়া দ্বিতীয় প্রতিকৃতির
অনুরূপ আকারে ঘুরিতে থাকিবে ।

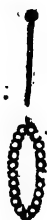


রুতাভাস অঙ্গুরীয় লইয়া পরীক্ষা করিলে যে প্রকার দৃষ্ট হয়
তাছাও উপরিস্থ অপর প্রতিকৃতি দ্বয়ে
স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে ।



স্তম্ভ লইয়া উক্তরূপে পরীক্ষা করিলে
যে রূপ দেখা যায় তাছাও পার্শ্ববর্তী চিত্রে
প্রদর্শিত হইল ।

একশাছি শিকল লইয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিলে নিম্নস্থ প্রতি-
কৃতির অনুরূপ দৃষ্ট হইবে ।



বালকেরা এইরূপে নানা প্রকার করিয়া
ক্রীড়া করিয়া থাকে । তাছারা ইহার কারণ
অনুসন্ধান করিতে পারে না ; কিন্তু এই সকল
নৈসর্গিক শক্তির প্রকৃতি পরীক্ষায় তাহাদিগের
সমূহ আনন্দানুভব হয় ।

(সাপেক্ষ এবং নিরপেক্ষ গতি ।)

গতির দ্বিতীয় নিয়মের অন্তর্গত আর একটা কথা আছে । গতি বলিলে, বস্তুর ‘স্থানান্তর হওয়া’ মাত্র বুঝায় । কিন্তু স্থানের নিরূপণ নাই । সুতরাং ‘স্থানান্তর হওয়া’ এই কথার অর্থ যদিও আশীততঃ সহজ বলিয়া বোধ হয়, কিন্তু বাস্তবিক ইহা তাদৃশ সহজ নহে ।

• দেখ, কোন ব্যক্তি নৌকারা হইয়া যাইতে যাইতে যদি যে মুখে নৌকা যাইতেছে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ নৌকার অগ্রভাগ হইতে কর্ণধারের অভিমুখে গমন করেন এবং নৌকা যত বেগে এক দিকে যাইতেছে, তিনিও তাহার সমান বেগে অপর দিকে যান তবে ঐ ব্যক্তির স্থানান্তর হওয়া হইতেছে, এমত বলা যায় কি না, ইহা জিজ্ঞাস্য হইতে পারে । কারণ নৌকা যে সময়ে পাঁচ হাত পশ্চিম দিকে যায়, তিনিও যদি সেই সময়ে পাঁচ হাত পূর্বদিকে গমন করেন, তবে যে নদীর উপর তাহার নৌকা যাইতেছে, সেই নদীর সম্বন্ধে তাহার কিছু মাত্র স্থানান্তর হওয়া হয় নাই—পরন্তু নৌকা সম্বন্ধে তাহার স্থানান্তরতা ঘটিয়াছে । সুতরাং যদি নদীকে নিশ্চল জ্ঞান করা যায়, তবে বলা যাইতে পারে যে, ঐ ব্যক্তির গতি নৌকা সাপেক্ষ নয় । কিন্তু বাস্তবিক নদীও স্থির নয়—নদী যে পৃথিবীতে আছে, সে পৃথিবীও স্থির নয়—পৃথিবী যে কক্ষাতে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করিতেছে, সে সূর্যও স্থির নয়—সুতরাং কোন অব্যয় গতি হইতেছে দেখিলেই যে, সে বাস্তবিক স্থানান্তরিত হইতেছে, এমত হঠাৎ বলা যায় না । তবে যে অব্যয় উপর যাহার গতি হইতেছে, সেই অব্যয় সম্বন্ধে যথবা অন্য কোন নির্দিষ্ট অব্যয় সম্বন্ধে স্থানান্তরতা ঘটিতেছে, এমত অবশ্য বলা যাইতে পারে । ইহারই নাম সাপেক্ষ গতি । যতএব আমরা সাপেক্ষ গতিরই উদাহরণ দেখিতে পাই, নিরপেক্ষ গতি অর্থাৎ, ইহা অনুভব মাত্র করিতে পারি । এই অব্যয়ী সচল বা

অচল এমত কথা তাহাদিগের পরস্পর সাপেক্ষ গতিকেই লক্ষ্য করিয়া বলা গিয়া থাকুক ।

—।।

(সাধারণ গতি ।)

এইক্ষেণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, কোন সচল দ্রব্যের উপর যে পদার্থ থাকে, তাহা ঐ দ্রব্যের উপর এক নিরূপিত স্থান লইয়া থাকিলেও বস্তুতঃ তাহার গতি আছে । না থাকিবেই কেন? । কোন জড়পদার্থের গতি হইতেছে, বলিলে তাহার কোন অংশ বিশেষেরও গতি হইতেছে, ইহা বলা যেমন বাহুল্য, তেমনি সচল দ্রব্যের উপর যে অপর কোন দ্রব্য অবস্থিত হইয়া আছে, তাহাও ঐ দ্রব্যের সহিত সচল হইতেছে, ইহা বলাও অনাবশ্যক বোধ হয় । নৌকারূঢ় ব্যক্তির কি সেই নৌকার সহিত গতি হয় না? যিনি গাড়ি চড়িয়া বাইতেছেন, তাহার শরীর কি গাড়ির সহিত স্থানান্তরিত হইতেছে না?

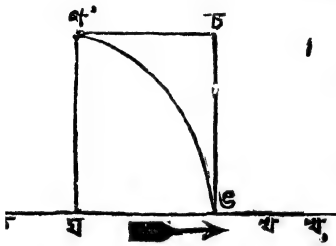
অতএব চলিষু দ্রব্যের উপর যে পদার্থ স্থির হইয়া থাকে, তাহারও বাস্তবিক গতি আছে । সেই গতির নাম সাধারণ-গতি । ইহার কার্য্য নানা স্থলে স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায় । বিশেষতঃ তাদৃশ দ্রব্যের প্রতি অন্য কোন বস্তু প্রযুক্ত হইলে তজ্জাত গতি এবং তাহার যে সাধারণ গতি পূর্বে ছিল, এই উভয় গতিতে মিলিত হইয়া নিয়মানুসারে যে প্রকার গতি-ফল জন্মে, তাহা দেখিয়া কোথাও কোথাও অত্যন্ত চমৎকৃত হইতে হয় ।

নৌকার পাইল দিয়া বেগে যাওয়া বাইতেছে, এমত সময়ে সেই নৌকার মাস্তুলে উঠিয়া যদি কেহ একটা গুটিকা ফেলিয়া দেয়, তবে ঐ গুটিকা, নৌকা নিশ্চল থাকিলে যেমন ঠিক নীচে মাস্তুলের গোড়ায় পড়িত, নৌকা সচল থাকাত্তে ইহা আসিয়া অবিকল সেই স্থানেই পড়ে ।

বাস্পীয় শকটে গমন করিতে করিতে যদি একটা চিল নীচে ফেলিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে চিল পড়িতে পড়িতে গাড়ি চলিয়া যায় বটে, তথাপি চিলটা আমাদের ঠিক নীচেই ভূমি-স্পর্শ করে।

নৌকায় যাইতে যাইতে যদি একটা গোলা লইয়া ঠিক উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত করা যায়, তবে ঐ গোলা পুনর্বার পতিত হইতে হইতে নৌকা অনেক দূর সরিয়া গেলেও গোলাটা ঠিক হাতেই আসিয়া পড়ে।

• এইরূপ ঘটনার কারণ নিম্নলিখিত প্রতিক্রিয়া দ্বারা প্রকাশ করা যাই-



তেছে 'কথ' যেন একখানি নৌকা।

উহার মাস্তুল 'ঘগ' এর উর্দ্ধ হইতে

একটা কন্দুক নিক্ষিপ্ত হইয়াছে।

যদি 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়িতে

যদি 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়িতে
কন্দুকের যে কাল লাগে সেই
সময়ে নৌকার গতি প্রযুক্ত মাস্তুল 'ঘগ' পূর্ব স্থান হইতে সরিয়া
ঙচ স্থানে উপস্থিত হয়, তবে 'গ' হইতে যে কন্দুক নীচে আসি-
তেছে তাহার ভ্রুইণী গতি হইয়াছে; একটা 'গ' হইতে 'চ' পর্য্যন্ত
যার একটা 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত। সুতরাং উভয় গতির সম্মিলিত
ফল 'গঙ' রেখাক্রমে কন্দুকের গতি হইবে। এই জন্যই মাস্তুল বাস্ত-
বক সরিয়া গেলেও গুলিকা আসিয়া ঠিক মাস্তুলের নীচে পড়ে।
বাস্পীয় শকট হইতে যে প্রবা উৎক্ষিপ্ত হয় তাহাতেও ঠিক এরূপ
টে।

কলতঃ যে স্থলে সচল বস্তুর উপর হইতে কোন দ্রব্য গতি প্রাপ্ত
হয়, সেই স্থলেই এইরূপ হইয়া থাকে। যদি বল, তবে আমরা কোন
উৎক্ষিপ্ত পদার্থের সেইরূপ বক্র গতি দেখিতে পাই না। ইহার কারণ
হ'। তাহার কারণ এই, যদি উৎক্ষিপ্ত দ্রব্য কদাচিৎ আমাদের
প্রত্যক্ষপথে না থাকিয়া কোন দিকে সরিয়া যাইত তাহা হইলেই

উহার বক্র গতি দেখিতে পাইতাম। কিন্তু উহার যে সাধারণ-গতি হয় তাহারই বশবর্তী হইয়া উহা আমাদের সঙ্গের সঙ্গের আসিতে থাকে, এই জন্য উহার বক্র গতি দৃষ্টি গোচর হয় না। অর্থাৎ আমরা যেমন যাই উহাও আমাদের সহিত ঠিক সমান যাইতে থাকে, এই হেতু উহার বক্র গতি দৃষ্টি হয় না।

গমনশীল স্রবোর উপর যে অন্য কোন স্রব্য থাকে তাহারও যে ঐ স্রবোর সহযোগে একটা গতি হয়, তাহার আর একপ্রকার উদাহরণ প্রদর্শিত হইতে পারে। দেখ, আমরা যদি সমধিক বেগে একটা চিল ছুড়িবার মানস করি, তবে ঐ দিকে ঐ চিল ছুড়িতে হইবে সেই দিকে কিঞ্চিৎ দৌড়িয়া যাই এবং দৌড়িতে দৌড়িতে চিল ছুড়ি, তাহা করিতে উক্ত চিল অধিক দূরে যাইয়া পড়ে। যদি এক স্থানে স্থির থাকিয়া সমান নলে চিল ছোড়া যায়, তাহাতে চিল কখনই তত দূরে যাইতে পারে না। আর যদি এক দিকে ধাবমান হইয়া তাহার বিপরীত মুখে চিলকে নিক্ষেপ করি, তাহা সমান বলে নিক্ষেপ করিলেও চিল অপেক্ষাকৃত অল্প দূরে যাইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই দৌড়িতে দৌড়িতে ছুড়িলে চিল দুইটা গতি প্রাপ্ত হয়—একটা আমাদের সহিত সাধারণ গতি, আর একটা আমাদের হস্ত-প্রদত্ত-বল-জনিত গতি। সুতরাং যদি চিলকে আমাদের গমনের অভিমুখেই নিক্ষেপ করা যায়, তবে সেই দুই গতি এক দিকে হওয়াতে চিল অধিক দূর যায়, যদি গমনের প্রতিকূল মুখে নিক্ষেপ করা যায়, তবে ঐ দুইটা গতির পরস্পর বিরোধ হইয়া একটিকে অপরূপী হ্রাস করে।

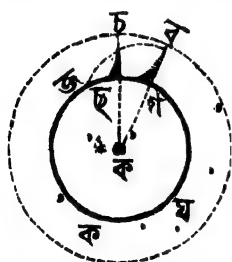
গাড়ি যে মুখে চলিতেছে যদি সেই দিকে গাড়ির উপর হইতে শর নিক্ষেপ করা যায়, তবে শর যতদূর যাইবে, গমনের বিপরীত দিকে নিক্ষেপ করিলে কখনই ততদূর যাইবে না।

ট্যাটাওয়ালারা এক প্রকার শল্যাক্স নিক্ষেপ করিয়া মৎস্যাদি বধ করে। যদি নৌকায় কর্ণের দিকে বসিয়া মৎস্যের প্রতি ট্যাটা

নিষ্ক্ষেপ করিতে হয়, তবে তাহারা, মৎস্য যত দূরে আছে তদ-
পেক্ষা বাহ্যতে ট্যাটা কিঞ্চিৎ অধিক দূরে পড়ে, এমন বল দিয়া
উহা নিষ্ক্ষেপ করে। তাহা করিলেই মৎস্য বিদ্ধ হয়। যদি স-
মান বলে ট্যাটা ফেলে তবে মৎস্যের গাত্র স্পর্শও হয় না।

কারণ নৌকার গতির সহিত ট্যাটারও একটি সাধারণ গতি
থাকে। অতরাং তজ্জন্য ট্যাটাতে যত বল দেওয়া যায় সমুদায় বল
কার্য্যকারী হয় না। কিন্তু যদি নৌকার মুখের দিকে কোন মৎ-
স্যের প্রতি ট্যাটা মারিতে হয়, তবে কিঞ্চিৎ অল্প বল দেওয়া
আবশ্যক, কারণ নৌকার সহিত ট্যাটারও সেই দিকে সাধারণ গতি
হইয়াছে। সেই গতি বশতঃ ট্যাটায় যত বল দেওয়া যায়, তাহা
অপেক্ষা অধিক দূর গিয়া পড়ে।

সাধারণ-গতির এইরূপ নিয়ম সমস্ত অবগত হইয়া পণ্ডিতেরা
পৃথিবীর আন্থিক গতির একটি প্রত্যক্ষ প্রমাণ দর্শাইয়াছেন। সেই
প্রমাণটি হৃদয়গত করিতে পারিলে প্রস্তাবিত সাধারণ-গতির প্রকৃতি
স্পষ্টরূপে বোধ-গম্য হয়, এই হেতু তাহা এইস্থলে উদ্ধৃত হইল।



‘ছগঘ’ যেন পৃথিবী। উহা নিরন্তর
পূর্বাভিমুখে অর্থাৎ ‘গছজ’ অতি-
মুখে ভ্রাম্যমান হইতেছে। ইহার
উপর ‘গব’ নামক কেনি উচ্চ
পর্বত বা কীর্তী-স্তম্ভ আছে। ঐ
পর্বতের নীচভাগে, অর্থাৎ ‘গ’ স্থলে

পৃথিবীর যত বেগ, পর্বতের শিখর দেশে, অর্থাৎ ‘ব’ স্থানে তাহা
অপেক্ষা বেগ অধিক। কারণ কেন্দ্রে হইতে যত দূর হইবে তত্র-ভ্রমণে
বেগ ততই অধিক হয়, ইহা পূর্বেই বলা গিয়াছে। যে সময়ে ‘ব’
যাইয়া ‘চ’ স্থলে উপস্থিত হয় সেই সময়ে ‘গ’ কেবল ‘জ’ পর্য্যন্ত যায়।

অতএর 'ব' স্থানে অবস্থিত জ্বরের 'বচ' অভিमुखে গতি 'গ' এর 'গছ' অভিमुखে গতি অপেক্ষা অধিক । সুতরাং যদি কোন জ্বা 'ব' হইতে নীচে নিষ্কিন্ত হয়, তবে উহা 'গছ' এবং 'বগ' এই দুই গতির অনুসারে না যাইয়া 'বচ' এবং 'বগ' এই দুই গতির অনুসারে চলে । সুতরাং 'গ' হইতে 'ছ' বত দূর তত দূরে না পড়িয়া উহা 'ব' হইতে 'চ' বত দূর 'গ' হইতে তত দূরে পতিত হয় । অর্থাৎ উহা 'জ' স্থানে পড়ে । ঐ "জ" "ছ" এর কিঞ্চিৎ পূর্ব দিকে* হয় । অতএব বলা যাইতে পারে যে পৃথিবী অবশ্য পশ্চিম হইতে পূর্ব দিকে ভ্রমণ করিতেছে । ' নচেৎ কোন অধিক উচ্চ স্থান হইতে জ্বালাদি নিষ্কপ করিলে তাহারা কি হেতু ঠিক নীচে না পড়িয়া সর্বদাই কিং ইয়া পড়ে ? ।



তৃতীয় অধ্যায় ।

[বেগ-বল—মিলিত-বেগ—বেগ-বল-সংঘাত—স্থিতি-স্থাপকতা—আঘাত

প্রস্থিঘাত—গতির তৃতীয় নিয়ম ।]

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটা বা তদধিক বল প্রযুক্ত হইলে ঐ পদার্থের গতি বেরূপ এবং যে অভিमुखে হয়, তাহা পূর্বাধ্যায় সমস্তে কথিত হইয়াছে । এক্ষণে প্রযুক্ত-বলের সহিত উক্ত গতির বেগের বেরূপ সম্বন্ধ হয়, তাহা কিঞ্চিৎ বর্ণিত হইবে ।

প্রথমতঃ ইহা বিবেচনা করা উচিত যে, বল প্রয়োগ করিলেই জড় পদার্থের গতি জন্ম । যে স্থলে বল প্রয়োগ করিয়াও গতি

* উত্তর অক্ষাংশ দেশে এইরূপ পরীক্ষা করিলে দক্ষিণ-পূর্ব কোণে এবং দক্ষিণ অক্ষাংশ দেশে পরীক্ষা করিলে, উত্তর-পূর্ব কোণে ঊটকা পাত হইবে ।

জন্মাইতে না পারা যায়, তথায় অবশ্য কোন শক্ত্যন্তর প্রতিবন্ধক হইয়াছে মানিতে হয়। আমরা ঠেলা দিয়া বস্তুাদিকে ফেলিয়া দিতে পারি না, আর কোন অধিক ভারী দ্রব্যকেও টানিয়া তুলিতে পারি না। তাহার কারণ, আমাদের যত বল, পৃথিবী ঐ ভারী দ্রব্য সকলকে তাহা অপেক্ষা অধিক বলে আকর্ষণ করিয়া রাখে। যদি ঐ প্রতিকূল বল না থাকিত, তবে ঐ দ্রব্যই আমাদের বল কার্য্যকারী হইত।

কিন্তু জড় পদার্থের প্রতি যদিও বল প্রয়োগ করিলেই গতি জন্মে তথাপি সমান বলে অসুমান দ্রব্যের কখন সমান বেগ জন্মিতে পারে না। যে বলে এক ছটাক পরিমিত দ্রব্য ৪ হাত সরিয়া যায় সেই বলে দুই ছটাক ভারী দ্রব্য কখন ততদূর সরে না। সে দুই হাত মাত্র যায়। কারণ যে কোন জড় পদার্থ হউক না কেন, তাহাতে যত গুলি পরমাণু আছে, সেই পরমাণুগুলি প্রত্যেকেই নিশ্চেষ্টতা-গুণ সম্পন্ন। অতএব তাহাদিগের একটিকে সচল করিতে যত বলের আবশ্যক দুইটিকে সেই পরিমাণ বেগে সচল করিতে তাহার দ্বিগুণ বলের প্রয়োজন হইবে। সুতরাং যে দ্রব্য যত বহু পরমাণুর সমষ্টি হইবে তাহাকে তত অধিক বলে না সরাইলে সে কখন অল্প-পরমাণু-সমষ্টি-দ্রব্যের সমান বেগবান হইবে না। দুই ছটাক ভারী যে দ্রব্য তাহাতে এক ছটাক ভারী দ্রব্য অপেক্ষা দ্বিগুণ পরমাণু আছে। অতএব উহাদিগকে সমবেগে প্রদান করিলে দুই ছটাক দ্রব্যে এক ছটাক ভারী দ্রব্যের অপেক্ষা দ্বিগুণ অধিক বল প্রয়োগ করা আবশ্যক।

কলতঃ যখন কোন দ্রব্য সচল হয়, তখন তাহার প্রত্যেক পরমাণুই সমান বেগে চলিতে থাকে, এইরূপ বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, একটি পরমাণুর প্রতি যত বল প্রয়োগ করিলে উহার তাদৃশ বেগ হইত, ঐ দ্রব্যে যতগুলি পরমাণু আছে, উহার প্রতি তাহার

তত গুণ বল প্রযুক্ত হইয়াছে। সুতরাং যখন কোন দ্রব্য বেগে আসিতে থাকে, তখন উহা কত বলে আসিতেছে নির্ণয় করিতে হইলে উহার ভারকে বেগের দ্বারা গূরন করা আবশ্যিক। এইরূপে যে বল নির্ণীত হয়, তাহার নাম বেগ-বল। যান্ত্রিক এই বল বেগ দ্বারা অমত, এমত বোধ করা কর্তব্য নহে। ঐ দ্রব্যের তাদৃশ বেগ যত বলে হইতে পারে, তাহারই নাম বেগ-বল। কামানের গোলা শীঘ্র যায় বলিয়া তাহার বেগ-বল অধিক হয়, এরূপ বক্তব্য নহে। কামানের গোলায় অধিক বল প্রযুক্ত হইয়াছে বলিয়াই উহা তেমন শীঘ্র গমন করে, ইহাই বক্তব্য। বল বেগের কারণ, বেগ কদাপি বলের কারণ হইতে পারে না।

এই বিষয়টি আর এক প্রকারে বুঝিয়া দেখিলেও কিঞ্চিৎ অধিক স্পষ্ট হইতে পারে। কোন দ্রব্যের প্রতি সমান বেগে দুইটি গোলা নিক্ষেপ হইল। ঐ দুইটি গোলা উহাতে একেবারে একই স্থানে লাগাতে যেরূপ আঘাত হইল, যদি ঐ দুইটি গোলা মিলিয়া একটী হইয়া সেই বেগে আসিয়া লাগিত, তাহা হইলেও ঠিক সেই পরিমাণ আঘাত হইত। আঘাত-বলের কিছু স্থানান্তরেক হইত না। অতএব বিলক্ষণ বোধ হইতেছে, কোন দ্রব্য যত ভারী এবং যত বেগবান হয়, তাহাতে তত অধিক বল থাকে।

যদি 'ব' দ্বারা বেগ-বল বুঝা যায়, এবং 'বে' অর্থে বেগ, আর 'ভা' অর্থে ভার হয়, তবে গণিতের সঙ্কেতানুসারে বলের এবং বেগ ও ভারের সম্বন্ধ এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে, যথা; $ব = বে \times ভা$ ।

অতএব যদি এমত জিজ্ঞাস্য হয় যে, ১ ছটাক ভারী কোন বস্তুর গুলি প্রতি সেকণ্ডে ৫০০ ফাট যায়, আর ১ সের ভারী পাথর প্রতি সেকণ্ডে ৫ ফাট যায়, এই দুইয়ের মধ্যে কাহার কত বেগ-বল বা কত বলে প্রযুক্ত হইয়াছে? তাহা হইলে অনায়াসে বলিতে পারা যায় যে, ঐ ১ ছটাক পরিমিত গুলির বল ৫০০×১ ছটাক = ৫০০ ছটাক।

আর ঐ প্রস্তরের বেগ-বল $(৫ \times ৪ \times ৪ \times ১ =)$ ছটাক। সুতরাং প্রস্তর অপেক্ষা গুলির বেগ-বল অধিক, অর্থাৎ গুলি অধিক বলে প্রযুক্ত হইয়াছে।

আবার যদি এমত জিজ্ঞাসা হয়, যে দুইটা অব্য আছে, তাহার মধ্যে একটি ১০ সের ভারী, এবং আর একটি ২ সের ভারী উভয়েরই প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে; যদি সেই বলের দ্বারা ২ সের ভারী অব্য প্রতি পলে ১০ হাত চলে, তবে ১০ সের ভারী অব্যটি কত বেগে চলিবেক? এ স্থলে দুয়ের প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে, অর্থাৎ উভয়েরই বেগ-বল সমান। সুতরাং একের ভার এবং বেগের পরস্পর গুণ-ফল যাহা হইবে, অপরেরও ভার এবং বেগের গুণ-ফল তাহার সমান হইবে। সুতরাং ১০ সের ভারী অব্যটি সেই বলে দুই হাত মাত্র চলিতে পারিবে। *

যদি অব্যটি আরও অধিক ভারী হয়, তবে উহার বেগ আরও অল্প হয়, ক্রমে উহা অত্যন্ত রূহৎ হইলে উহার বেগ হয় কি না, বুঝিতেই পারা যায় না। এইরূপ বিবেচনা করিয়া বাজিকরেরন আপনাদিগের বক্ষে বা পৃষ্ঠে কোন গুলি ভার অব্যপ্রাথিয়া তাহার উপর প্রহার করিতে দেয়। যত বলে প্রহার করা যাউক না কেন, তাহাতে বাজিকরদিগের বিশিষ্ট ক্রেশ হইবার কোন সম্ভাবনা নাই। উক্ত প্রস্তরালিকেরা কখন কখন মৃত্তিকার কলসীকে উপুড় করিয়া বসাইয়া রাখে, এবং তাহার উপর একটি রূহৎ মৃৎপিণ্ড রাখিয়া ঐ মৃৎপিণ্ডের উপর যথাসাধ্য বলে লগুড় প্রহার করিতে দেয়, তাহাতে কলসী ভাঙ্গে না।

ক্ষমণ, বল সমান থাকিয়া ভার অধিক হইলে বেগ অধিক হয় না,

* শক্তির সঙ্কেতানুসারে এইরূপ করিয়া ফল স্থির হয়, যথা—

$$\begin{array}{ccc} \text{সে} & \text{হা} & \text{সে} \cdot \text{হা} \\ ২ \times ৫০ & ১০ \times ২ & ২ \times ১০ \end{array} \quad \therefore \quad \text{অ} = \frac{২ \times ১০}{১০} = ২ \quad (\text{অর্থাৎ ২ হাত যাইবে}) ।$$

ভেমনি' বেগ অধিক হইলে অবশ্য ভার লাঘব হয়। ঘোড়াকে গাড়িতে যুড়িয়া কশাঘাত করিলে ঘোড়া যখন গাড়ি লইয়া দৌড়িয়া যায়, তখন গাড়ির উপরে যে যে দ্রব্য থাকে সকলই ঐ গাড়ির সহিত গমন করে। কিন্তু ঐ ঘোড়াকে গাড়িতে না যুড়িয়া যদি এক খানি অল্প-ভার তক্তায় যুড়িয়া দেওয়া যায়, তবে ঘোড়া সমান বলে টানিলেও লঘু-বস্তু-তক্তার বেগ অধিক হওয়াতে উহার উপরিস্থ যাবৎ দ্রব্য সকলই নীচে পড়িয়া যায়। বাম-হস্তের তর্জনীর উপর একখানি মশণ তাস এবং সেই তাসের উপর একটা পয়সা বা টাকা রাখিয়া যদি ঐ তাসের এক পার্শ্ব খরতর আঘাত করা যায়, তবে তাস চলিয়া যায়, কিন্তু তাহার উপরিস্থিত পয়সা বা টাকা তর্জনীর অগ্রভাগেই স্থির হইয়া থাকে। যদি একখানি কাচের পরকলার উপর একটা বর্তুল সামান্য বেগে নিক্ষিপ্ত হয়, তাহা হইলে কাচের পরকলার চতুর্দিক কাটিয়া যায়, কিন্তু ঐ পরকলার উপর বন্ধুকের গুলি বেগে আসিয়া লাগিলে পরকলা ফাটে না; যেখানে গুলি লাগে, সেইখানে গোলা-ফার ছিদ্র হয়। অত্যাচারে, কোন কোন বীরপুরুষ এমত বেগে করবাল প্রয়োগ করিতে পারেন যে, কলাগাছ বা তাদৃশ কোন বস্তুকে ছেদন করিয়া অস্ত্রনির্গত হইয়া গেলোও বন্ধুর পতন হয় না। ইংরেজেরা বলেন, কোন কোন যুদ্ধে এমত ঘটিয়াছে যে, গাড়ের দ্বারে খিল দেওয়া হয় নাই, হুঁগের কবাট ঠেকান মাত্র ছিল, কিন্তু সেই কবাটে কামানের গোলা লাগিয়া কবাট ছিঁদ্র হইয়া গিয়াছে, তথাপি খুলে নাই। চোরাবালি কিম্বা শুষ্ক পোকো পুকুরের উপর দিগ্বায়াইতে হইলে লোকে বেগে চলিয়া যায়, বেগে না গেলে পা বসিয়া যাইবার সম্ভাবনা। কেবলমাত্র বাঁট ধরিয়া হাতুড়ির বাঁটের গোড়া ঠুকিলেও বাঁটের অগ্রভাগ উহার মাথার ছিদ্রে প্রবিষ্ট হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হয়, বাঁট যে বেগ পায় তাহা যেন উহার উপরে সন্নিবেশিত লৌহখণ্ডে সংক্রামিত করিতে পারে না। বালকেরা খোলা কুচি লইয়া

অধিক বলে পুষ্করিণীর জল-পৃষ্ঠে সমান্তরাল ভাবে নিক্ষেপ করিলে ঐ খোলা জল ভেদ করিয়া চাওয়া যায়—ডুবিয়া অবকাশ পায় না। প্রত্যুত আছে, কোন কোন ব্যক্তি জলে যুনা নারিকেল ভাসাইয়া দিয়া অস্ত্র দ্বারা সেই নারিকেল ছেদন করিতে পারেন। তাঁহাদিগের অস্ত্র এমনতরো প্রযুক্ত হয় যে, ঐ নারিকেল যুগ্ম না হইতে হইতেই ছিন্ন হইয়া পড়ে।

এইরূপ নানা উদাহরণ দর্শনে নিশ্চয় অনুভব হয়, যেমন দ্রব্যের ভার অধিক হইলে তাহার সর্বস্থলে অধিক বেগ পাওয়া না, তেমনি বেগ অধিক হইলে বৃহদ্ভবের সর্বস্থলে সেই বেগ সঞ্চারিত হইবার সময় পায় না, ফলতঃ বেগ-বলের মূল সূত্রই এই যে, বল সমান থাকিয়া যত বেগের আধিক্য ভারের ততই অস্পত্তা হয়, আর যত ভারের আধিক্য বেগের ততই ন্যূনতা জন্মে।

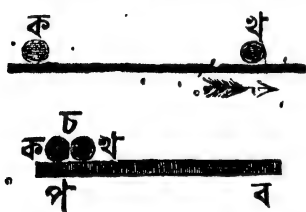
[মিলিত বেগ ।]

কোন দ্রব্যের প্রতি সাক্ষাৎ বল প্রয়োগ করাতে উহার গতির প্রকৃতি যেরূপ হয়, তাহা এক প্রকার কথিত হইল, এক্ষণে কোন বস্তু অন্য কোন সচল দ্রব্য কর্তৃক আহত হইলে উভয়ে কিরূপে গতিশীল হয় তাহা বর্ণিত হইবে।

যখন কোন দ্রব্য স্থগত এবং সূত্রাতঃ গন্তন শীল হইয়া অন্য কোন দ্রব্যের প্রতি যাইয়া আঘাত করে, তখন ঐ দ্বিতীয় দ্রব্যেরও গতি জন্মে। আর যে অভিমুখে প্রথমোক্ত দ্রব্যটি যাইয়া আঘাত করে, দ্বিতীয়েরও সেই অভিমুখে গতি হয়। ছেলেরা তাঁঁটা খেলিবার সময় একটি তাঁঁটাকে আর একটি তাঁঁটা দিয়া মারে, তাহাতে আহত তাঁঁটাও বেগে ধাবিত হয়।

এক্ষণে জিজ্ঞাস্য এই যে, দ্বিতীয় তাঁঁটা কি প্রকারে বল প্রাপ্ত হইয়া সচল হয়? তাহার ঐ বল অবশ্য প্রথম তাঁঁটা হইতে প্রাপ্ত হইয়া থাকিবে, কিন্তু প্রথম তাঁঁটাও নিশ্চয়, সূত্রাতঃ আপনি অন্য

কাহার স্থানে যে বল পাইয়াছিল, দ্বিতীয় ভাঁটাকে তাহারই কিয়দংশ প্রদান করে, বলিতে হইবে। অতএব উহার দ্বিতীয় ভাঁটাকে যত বল প্রদান করিবে উহার আপনার বল অবশ্য ঠিক ততই হ্রাস হইবে, ফলে তাহাই হয়। একটা ভাঁটা প্রথমে যত বেগে আইসে, আর একটার সঙ্গে ঠোকা-ঠুকি হইলে উহাদিগের কাহারও বেগ প্রথম ভাঁটাদিগের সমান হয় না। দুইটা ভাঁটাই প্রথমটির অপেক্ষা অল্প বেগে চলে, পরন্তু 'বেগ হ্রাস হয়' বটে, কিন্তু দ্বিতীয়টি যত বেগ পায়, প্রথমটির বেগ ততই হ্রাস হয়। বায়ুর ঘর্ষণের এবং পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা ছাড়িয়া দিয়া বিবেচনা করিলে লাত লোকসান কিছুই হইতে পারে না। নিম্নবর্তী চিত্রে 'ক' নামক ভাঁটা



যাইয়া যেন 'খ' নামক অপর একটি ভাঁটাকে আঘাত করিতেছে, বোধ কর। ঐরূপ আঘাত করাতে 'খ' এরও 'কথ' অভিমুখে বেগ জন্মিল। যদি

'ক' 'খ' একেবারে সংলগ্ন হইয়া যায় আর না ছাড়ে এমত হয়, তবে 'ক' এর যে বেগ ছিল, 'ক' একং 'খ' দুইয়ে সেই বেগ ভাগ করিয়া হইবে। সুতরাং 'কথ' মিলিত হইয়া পূর্বের ন্যায় বেগে চলিবে না। উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিশ্চয় করিতে হইলে, এইরূপ বিবেচনা করিতে হয় যে, 'কথ' কে 'ক' যত বেগ দিয়াছে উহার আপনার অবশ্য তত বেগ হ্রাস হইয়াছে। কারণ 'ক' 'খ' উভয়েই জড়। সুতরাং তাহার স্বয়ং স্ব বেগ হ্রাস বা বর্দ্ধিত করিতে পারে না। অতএব 'খ' যে বেগ পাইল তাহা অবশ্য 'ক' এর বেগ না কমিলে পায় নাই 'ক' যুক্ত 'খ' এর যে বল ছিল, কেবল মাত্র 'ক' এরও সেই বল ছিল। 'ক' যুক্ত 'খ' এর বেগ জ্ঞান নাই, অতএব সেই সম্যক বেগ যদি 'অ' নামক হয়,

আর 'ক'এর পূর্বের বেগ 'বে' হয়, তবে 'ক' যুক্ত 'খ'এর বেগ-বল কেবল মাত্র 'ক'এর বেগ-বলের সমান, ইহা গণিতের সঙ্কেতানুসারে এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে, যথা—

$$(ক+খ) \times অ = বে \times ক।$$

$$বে \times ক$$

$$(১) \text{ সূত্রঃ } অ = \frac{\text{বে} \times ক}{ক+খ} \text{ অর্থাৎ সচল বস্তুর বেগ-বল-}$$

সংখ্যাকে, সচল এবং অচল উভয় দ্রব্যের তার-সংখ্যার যোগ-ফল দ্বারা হরণ করিলেই মিলিত-বেগ জানা যায়। এক্ষণে যদি এমত প্রশ্ন হয়, একটি ভাঁটা দুই ছটাক ভারী আর একটি তিন ছটাক ভারী। ৩ ছটাক ভারী ভাঁটা প্রতি পলে চারি হাত যায়। সে ঐ বেগে আসিয়া দুই ছটাক ভারী ভাঁটাকে আঘাত করিল এবং ঐ আঘাতের পর উহার উভয়ে মিলিত হইয়া চলিতে লাগিল, উহাদিগের

$$বে \times ক$$

মিলিত-বেগ কত হইবে। এস্থলে, $অ = \frac{\text{বে} \times ক}{ক+খ}$ এই সূত্র স্মরণ করিয়া

'বে'র পরিবর্তে ৪, 'ক'এর পরিবর্তে ৩ এবং 'খ'এর পরিবর্তে ২ রাখিয়া অঙ্ক করিলেই উত্তর হইবে। যথা,

$$অ = \frac{৪ \times ৩}{৩+২} = \frac{১২}{৫} = ২ \frac{২}{৫} \text{ অর্থাৎ মিলিত-বেগ}$$

দুই ও দুইবার পাঁচ ভাগ হস্ত পরিমিত হইবে।

যদি 'ক'এর গতি 'খ'এর অভিমুখে এবং 'খ'এর গতি 'ক'এর অভিমুখে হইতে থাকে এবং এমত সময়ে উভয়ের পরস্পর আঘাত হয়, তবে তাহার পর উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিশ্চয়

করণার্থে এইরূপ বিবেচনা করা আবশ্যিক। বোধ করা যাউক যেন 'ক'এর বেগ কিছু অধিক, তবে ঐ 'ক'এর এবং 'খ'এর পারস্পর আঘাতে হইবামাত্র 'খ' আপনার বল 'ক'কে দিবে। সেই বল 'ক'এর প্রতি-কূল হওয়াতে তদ্বারা 'ক'এর বেগ কিয়ৎপরিমাণে হ্রাস হইবে। তাহার পর 'ক'এর যে বল অতিরিক্ত আছে সেই বল ঐ 'ক' এবং 'খ' দুয়ে ভাগ করিয়া লইয়া একত্রে চলিতে থাকিবে। যদি 'ক'এর বেগ 'বে' আর 'খ'এর বেগ 'গ' হয়, আর দুইয়ের মিলিত বেগ অব্যক্ত 'অ' হয় তবে গণিতের সঙ্কেতানুসারে বেগ-বলের সাম্যাবস্থা এইরূপে প্রকাশিত হইবে। যথা,

$$বে \times ক - গ \times খ = অ \times (ক + খ)।$$

$$বে \times ক - গ \times খ$$

$$(২) \text{ সুতরাং } অ = \frac{\text{বে} \times ক - গ \times খ}{ক + খ} \text{ অর্থাৎ পারস্পর বিপরীত-}$$

মুখগামী উভয় সচল বস্তুর বেগ-বলের ব্যবকলন ফলকে উভয়ের ভার সমষ্টি দ্বারা ছরণ করিলেই তাহাদিগের অব্যক্ত মিলিত-বেগ জানা যায়।

এক্ষণে যদি এমত প্রশ্ন হয় যে, চারি ছটাক ভারী একটি গোলার বেগ ৪ হাত, আর দুই ছটাক ভারী একটি গোলার বেগ ২ হাত তাহারা পারস্পর বিপরীত দিকে যাইতে থাকিতে অন্যান্যের প্রতি আঘাত করিল উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে?। তাহার উত্তর এইরূপে করা যায়।

$$৪ \times ৪ - ২ \times ২ = ১২$$

$$অ = \frac{১২}{৪ + ২} = ২ \text{ অর্থাৎ দুই হাত মিলিত-বেগ হইবে।}$$

পরন্তু যদি ঐ কন্ডুক দুইটির দ্বি-পারস্পর বিপরীত মুখে না হইয়া এক দিকেই হইতে ছিল এমত হয়, তবে উহাদিগের মিলিত-বেগ

নির্ধারণার্থে এইরূপ বিচার করা আবশ্যিক। ‘ক’এর যত বেগ অধিক ‘খ’ তাহারই কিয়দ্বিগুণ লইবে, এইয়া উভয়ে সমান বেগে চলিবে, অতএব গণিতেই সঙ্কেতানুসারে এইস্থলে

$$বে \times ক + গ \times খ = অ (ক + খ),$$

$$বে \times ক + গ \times খ$$

$$(৩) \text{ সূত্রাং } অ = \frac{\cdot}{ক + খ}$$

যদি পূর্ব প্রश्ने আর সকল অঙ্ক সমান থাকিয়া কল্লুক দ্বয়ের গতি এক দিকে হইতেছে, এই মাত্র পরিবর্তিত হয়, তবে

$$৪ \times ৪ + ২ \times ২ \quad ২০ \quad ১$$

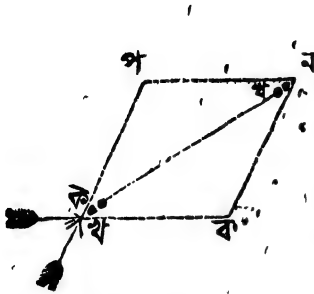
$$অ = \frac{\cdot}{৪ + ২} = \frac{২০}{৬} = ৩ \frac{২}{৩} \text{ অর্থাৎ }$$

৩ হাত এবং ৮ অঙ্কুলি মিলিত-বেগ হইবে।

এই কয়েকটি প্রশ্নের যেরূপ করিয়া উত্তর নিশ্চয় হইয়াছে তাহা অভিনিবেশ পূর্বক বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, বেগের লাভ লোকসান ঠিক সমান থাকিয়া যায়, অর্থাৎ প্রতিবারেই ‘ক’ কল্লুকের বেগ যত হ্রাস হয়, ‘খ’এর ঠিক ততই বাড়ে। কলতঃ ইহা জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণেরই ফল।

(বেগ-বল-সংঘাত)

যখন দুই কল্লুক এক সরল-রেখাক্রমে আসিয়া অন্যোন্মোহ প্রতী আঘাত করে, তখন তাহাদিগের মিলিত-বেগ পূর্বোক্ত প্রকারে নির্ণীত হইতে পারে। কিন্তু যখন তাহাদিগের গতি ঠিক এক দিকে বা পরস্পর বিপরীত দিকে না হইয়া কোণাকোণি হয় তখন মিলিত-বেগ নিশ্চয় করিতে হইলে গতিসংঘাতের নিয়ম অবলম্বন করা আবশ্যিক।



পাখ'বর্তী চিত্রে 'ক' এবং 'খ' দুইটা ভাঁটা দুই চিত্রিত 'খরাতিমুখে আ-
গিয়া পরস্পর আহত হইয়া মিলিত
হইল। উহাদিগের মিলিত-বেগ
অবধারণার্থে 'কপ' এবং 'খব' দুইটা
রেখা উহাদিগের পরস্পরের বেগা-
তিমুখে টানা গেল। পরে 'ক'এর ভার সংখ্যাকে উহার বেগ পরি-
মাণ দ্বারা গুণ করিয়া যত হইল, গজ ধরিয়া, 'কব' কে তত ইঞ্চি পরি-
মাণ করা গেল, আর 'খ'এর ভার পরিমাণকে উহার বেগ দ্বারা গুণ
করিয়া যত হইল 'খপ' কে উক্ত গজ দিয়া তত ইঞ্চি মাপিয়া লওয়া
গেল। তাহার পর 'ব' হইতে 'বন'কে কপ রেখার সমান্তরাল করিয়া
আর 'প' হইতে 'পন'কে 'খব'এর সমান্তরাল করিয়া টানিলেই 'কপ-
নব' একটি সমান্তরাল-চতুর্ভুজ হইল। উহার কর্ণ রেখা 'কন' যত
ইঞ্চি হইবে তাহাকে 'ক' এবং 'খ' উভয়ের ভার সংখ্যার যোগফলের
দ্বারা হরণ করিলেই মিলিত-বেগ কত, জানা যাইবে।

(স্থিতি-স্থাপকতা।)

যদি জড় পদার্থের স্থিতি-স্থাপকতা গুণ মা থাকিত তাহা হইলে
~~প্রত্যেক~~ যাহা যাহা কথিত হইল, তদ্বারাই বেগ বলের সংঘাত ঘেরূপ
হয়, তাহা সম্যক প্রকারেই বোধ হইতে পারিত। কিন্তু দেখিতে
পাওয়া যায় দুইটা প্রবোর পরস্পর আঘাত হইলে, প্রায় কখনই
তাহারা দুইটাতে একত্র হইয়া মিলিত-বেগ সহকারে গমন করে না।
একটা ভাঁটা লইয়া আর একটিকে মারিলে আহত-ভাঁটা বেগে চলিয়া
যায়, যেটা দ্বারা আঘাত করা যায় সে, হয়ত স্থির হইয়া থাকে
নতুবা অল্প পশ্চাৎবর্তী হয়। এইরূপ হইবার কারণ ভাঁটা ঘরের
স্থিতি-স্থাপকতা গুণ।

এই বিষয়টী সম্পূর্ণরূপে হৃদ্যত করিবার নিমিত্ত প্রথমতঃ বিবেচনা করা কৰ্ত্তব্য যে, কোন দ্রব্য সম্পূর্ণরূপে স্থিতি-স্থাপক গুণোপেত হইলে, ঐ দ্রব্য যতবলে আকৃষ্টিত বা প্রাক্কলিত হয়, পুনর্ব্যার তত বলেই আপনাব পূর্বাকৃতি এবং প্রকৃতাভাব প্রহণ করে। কাচ, রবর, হস্তিদন্ত প্রভৃতি কতকগুলি দ্রব্য প্রায় সর্বদ্রোভাবে স্থিতি-স্থাপক। অতএব যদি উহাদিগের কাছাতেও নির্মিত কোন দুইটী দ্রব্য পরস্পর স্পর্শ করে, তবে তাহারা আঘাত-ধলে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ চেপ্টা হইবা যায়। কিন্তু তৎপর-ক্ষণেই পুনর্ব্যার উহার স্ব স্ব প্রকৃতাভাব প্রহণ করে। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘ক’ নামক একটা কাচ নির্মিত কন্মুক। ‘গঘ’ একটা কঠিন সম-ধরাতল। ঐ সম-ধরাতলের উপর কালী অক্ষণ করিয়া ‘ক’

ক খ কন্মুককে কিঞ্চিৎ উচ্চ হইতে নি-
ক্ষেপ করিলে ‘ক’ প্রতিহত হইয়া
লাফাইয়া উঠে। সেই সময় ‘ক’কে
গ চ য লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে,

উহার গাত্রে অনেক দূর বাগ্পিয়া কালীর দাগ লাগিয়া রহিয়াছে। বস্তুতঃ ‘ক’ বর্তুল (‘গোল’) ‘গঘ’ সমধরাতল, সুতরাং ‘ক’ প্রকৃতাভাব বস্তু থাকিলে কদাপি উহার অধিক ভাগ ‘গঘ’কে স্পর্শ করিতে পারে না। তবে ঐরূপ কালীর দাগ কি জন্ম লাগে?। সুতরাং বলিতে হইবে যে ‘ক’ ‘গঘ’এর উপর বেগে পড়িয়া সেই আঘাতে চেপ্টা হইয়া ‘খ’এর ন্যায় হয়। কিন্তু স্বয়ং স্থিতি-স্থাপক, বলিয়া যে ভাগটী চেপ্টা হইয়া গিয়াছিল, তাহাই পুনর্ব্যার গোল হইয়া উঠে। বস্তুতঃ, এই জন্যই ঐ দ্রব্যটী লাফাইয়া উঠে। যদি উহা স্থিতি-স্থাপক না হইত তবে ‘গঘ’ এর উপর পড়িয়া চেপ্টা হইয়া তাহাতেই

বাথারী লইয়া কোন প্রাচীরে প্রেক্ষ করিয়া সেই প্রেক্ষের উপর সংস্থিত কর, এবং ‘ঘ’ অথবা ‘গ’ কে সেই প্রাচীরে টিপিয়া ধর ! এরিয়া ‘ক’ কে পূর্ববৎ উত্তোষন ইন্দ্রিয়া ছাড়িয়া দেও, তাহাতেও ‘ক’ আসিয়া ‘গ’ এর উপর আঘাত করিলে সেই আঘাত-বলে ‘খ’ দূরে পরাঙ্কিত হইবে ।

ইহার কারণ অনুসন্ধান করিয়া দেখিতে হইলে পূর্ব বেগ-বলের প্রকৃতি যেৰূপ কথিত হইয়াছে, তাহা স্মরণ করা আবশ্যিক । অর্থাৎ তার অধিক হইলে বেগ অস্প লাগে, কিন্তু তার অস্প হইলে অধিক বেগ প্রাপ্ত হওয়া যায় । যেমন পূর্বের বলা গিয়াছে, হাতুড়ির গোড়া ঠুকিলে তাহার মাথা বাহির হয়, সেইরূপ গোলায় এক দিকে বল প্রয়োগ হইলে ঠিক তাহার বিপরীত দিকে ঐ বলের কার্য্য হয়, উহার উপরে যতই কোন চাপ থাকুক না, তাহা দ্বারা বলের হ্রাস কিছুই হইতে পারে না ।

আঘাত প্রতিঘাত ।

যে সকল দ্রব্য সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক, তাহাদিগের প্রকৃতি এইরূপ । কিন্তু কোন দ্রব্যই সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক বা সর্বতোভাবে ঐ গুণবিহীন হয় না । কলতঃ যে যেমন স্থিতি-স্থাপক তাহাতে এইরূপ প্রতিঘাত-ক্রিয়া তেমনি অস্প বা অধিক দেখিতে পাওয়া যায় ।

যেমন কখন কোন অস্প স্থিতি-স্থাপক দ্রব্য কোন কঠিন ধরাতলের উপরি আহত হয়, তখন ঐ দ্রব্যটা ধরাতলে সংলগ্ন হইয়া থাকে । ধরাতল অতি বৃহত বা ভারী হইলে স্মরণ্য উহার গতি জন্মিতে পারে না । কাদার তাল, গোবরের তাল, মমের গুলি ইত্যাদি বহু-বিধ দ্রব্য লইয়া প্রাচীরের উপর নিক্ষেপ করিলে এইরূপ হইয়া থাকে । কিন্তু উহা ঐক্যীন স্থিতি-স্থাপক দ্রব্য হইলে পুনর্বার প্রতিহত হইয়া আইলে ।

পরপৃষ্ঠার প্রথম চিত্রে ‘ক’ নামক কোন অধিক স্থিতি-

এই দুইটি গতি বাহির করিতে পারা যায়। ইহার মধ্যে ‘পথ’ গতি ধরাতলের অনুক্রমে হয় বলিয়া উহার কোন পরিবর্তন ঘটে না, কিন্তু ‘গত’ গতি পরিবর্তিত হইয়া ‘পথ’ হইয়া উঠে, সুতরাং ‘থব’ যদি ‘পথ’ এর সমান হয়, তবে সেই একটা গতি এবং ‘থগ’ একটা গতি এই দুইটি গতি উপস্থিত হয়, সুতরাং এই দুয়ের সম্মাত্র ফল যে, ‘থব’ তাহাই ‘থ’ এর প্রত্যাহার্তন-পথ হইয়া উঠে। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে, ‘কণ্ঠগ’ ত্রিভুজটি ‘ঘথগ’ ত্রিভুজের সর্বতোভাবে সমান, সুতরাং ‘ঘথগ’ কোন ‘কণ্ঠগ’ কোণের সমান হইবে। ইহার মধ্যে ‘কণ্ঠগ’ নামক কোনটিকে ‘আঘাত-কোণ’ আর ‘ঘথগ’ কোনটিকে ‘প্রতিঘাত-কোণ’ বলা যায়। সুতরাং সম্পূর্ণ-স্থিতি-স্থাপক ত্র্যেবোর পরস্পর আঘাত স্বকরেখায় হইলে আঘাত-কোণ ‘প্রতিঘাত-কোণের’ সমান হয়, ইহা নিশ্চিত হইল।

পরন্তু যদি ত্র্যেবাটী সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক না হয়, তাহা হইলে এই রূপ হইতে পারে না। সেই স্থলে ‘থব’ বল সমান থাকে, কিন্তু ‘থগ’ বল স্থিতি-স্থাপকতার অনুসারে হ্রাস হয়। যদি ঐ বল ‘থজ’ রেখার অনুরূপ হয় তবে, ‘থব’ এবং ‘থজ’ এই দুই বলের সম্মাত্র ‘থচ’ গতি-ফল প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই স্থলে ‘থচ’ কোন ‘গথঘ’ কোন অপেক্ষা বড় সুতরাং বলা যাইতে পারে অসম্পূর্ণ-স্থিতি-স্থাপক ত্র্যেবোর ~~প্রতিঘাত-কোণ~~ বড় হয়—ফলতঃ ত্র্যেবাটী যত অল্প স্থিতি-স্থাপক হইবে ততই ঐ কোণ বড় হইবে। কারণ ‘থব’ সমান থাকিয়া ‘থজ’ ছোট হইলেই কোণ বড় হইবে, যেমন ‘বাখট’ কোণ স্পষ্টই দেখা যাইতেছে।

(গতির তৃতীয় নিয়ম ।)

এই অধ্যায়ে যাহা যাক্ষা কথিত হইল, তাহা সমুদায় স্মরণ করিলেই গতির তৃতীয় নিয়মের প্রকৃতি বোধগম্য হয়। সে নিয়ম এই। যখন একটা ত্র্যেবা আর একটিকে আঘাত করে, তখন আহত

পদার্থও উহাকে প্রতিঘাত করিয়া থাকে—আর আঘাত-বল এবং প্রতিঘাত-বল সমান ও পশ্চাদ্ধাবিত বিপরীত মুখে কার্য্যকারী হয়।

দ্রব্য মাত্রের সাম্যাবস্থা ও গতি সকলই এই আঘাত প্রতিঘাতের কার্য্য। যখন কোন দ্রব্য স্থির হইয়া আছে তখনও সে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে নিরন্তর তাহার মধ্যভাগস্থিত বাইবার চেষ্টা করে। কিন্তু ঐ দ্রব্য যে আধারের উপর আছে, সেই আধারের প্রতিঘাত বলতঃ নামিয়া যাইতে পারে না। যখন একখান জাহাজ জলে ভাসমান হইয়া থাকে, তখন সেই জাহাজ জল ভেদ করিয়া পৃথিবীর কেন্দ্রস্থলে বাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের প্রতিঘাত বলতঃ তাহার গমন নিবারিত হয়। যখন কোন পক্ষী আপনার পক্ষ বিস্তৃত করিয়া বায়ুর উপর স্থির হইয়া থাকে, তখন বায়ুর প্রতিঘাত প্রযুক্তই উহার নিম্নে পতন হয় না। পরন্তু যদি কোন দ্রব্য অধিক বলে পৃথিবীর উপর আহত হয়, তবে, পৃথিবীও সেই দ্রব্যের প্রতি তাদৃশ বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং উহা যত বলে আঘাত করিয়াছিল, পুনর্বার তত বলেই উন্নত হইয়া উঠে। পাখী যদি বায়ুর উপর পক্ষের আঘাত করে তাহা হইলে বায়ুও ঐ পক্ষে তাদৃশ বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং সে ক্রমে ক্রমে উঠে উঠে। সাঁতার দিবার সময় জল টানিলে জলও আমাদিগকে টানিতে থাকে, তাহাতেই আমরা জলে অগ্রবর্তী হইতে পারি; যখন গাথে চলিয়া যাই, তখন পায়ের দ্বারা পৃথিবীকে আঘাত করি, পৃথিবীও আমাদিগকে প্রতিঘাত করে, যদি আমরা পৃথিবীর দ্বারা ঐ প্রতিঘাত প্রাপ্ত না হইতাম তবে, কোন প্রকারেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যাইতে পারিতাম না। জলে কা বায়ুতে যেমন চলিয়া বেড়াইতে পারা যায় না, পৃথিবীর উপরেও সেইরূপ হইত। ফলতঃ যদি কোন প্রাণীকে সর্ব্বতোভাবে নিরবলম্ব করিয়া স্থানো সংস্থাপিত করিতে পারা যাইত, তবে ঐ প্রাণী স্ব-ইচ্ছায় এক তিলস্থান ও কোম দিকে সরিতে

পারিত না। কারণ উহা আপন শরীরের কোন এক ভাগকে অগ্র-
বর্তী করিবার চেষ্টা করিলেই উহার শরীরের অপরাপর ভাগ সমস্ত
ঐ বলে প্রতিহত হইয়া প্রত্যাবর্তিত হইত। তাহাতে ঐ প্রাণী কোন
ক্রমেই স্বস্থান হইতে চলিত না। অতএব এমত বলা যাইতে পারে
যে, যেমন এই জগতে কেমন একটি বৃত্তম' পরমাণু স্থায়ী হয় না—আর
যাহারা স্থায়ী হইয়াছে, তাহাদিগের একটিও বিনষ্ট হয় না, তেমনি
ইহাতে কিছুমাত্র বলও বৃত্তন উদ্ভূত হয় না, আর যে বল আছে;
তাহার কিছু মাত্র ক্ষয় হইতে পারে না। যখন আমরা কোন এক
দিকে চলিয়া যাই, তখন পৃথিবীকে যেম তাহার বিপরীত দিকে সর-
িয়া দেই, আর যখন আমাদের গতি স্থগিত হয়, তখন পৃথিবী
হইতে যে প্রতিঘাত-বল লইয়া চলিতে ছিলাম তাহাই আবার পৃথি-
বীতে প্রত্যাপিত হয়। অতএব এই পৃথিবী যেমন সর্ব প্রকার পর-
মাণুর আধার, তেমনি ইহা সফল বলেরও আধার। যেমন পৃথিবীস্থ
নানাবিধ পরমাণু সকল সংহত হইয়া সকল ভূদ্রুপদার্থই উৎপন্ন হয়,
আবার বিযুক্ত হইয়া এই পৃথিবীতেই যায়, সেইরূপ সকল বলই
পৃথিবী হইতে গ্রহণ করা যায়, আবার পৃথিবীতেই প্রত্যাপিত ক-
রিতে হয়।

এই বিষয়ে পলঙ্কে আর একটি কথা বিবেচ্য আছে, অর্থাৎ এস্থলে
এমত জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে, যদি সর্ব স্থলেই আঘাত প্রতিঘাত
সমান এবং পরস্পর বিপরীত দিকে কার্য-কারী হয় এমত বলা যায়,
তবে উভয় দিকে সমান বল কার্যকারী হওয়াতে বস্তু মাত্রের সর্বত্র
সংমাবস্থায় ঘটিবে কদাপি কোন স্থলে গতি জন্মিতে পারে না। অর্থাৎ
দেখ, যখন আমরা সাঁতার দেই, সেই সময়ে যেমন অগ্নির জলকে টানি
এবং জলও তৎপ্রযুক্ত আমাদের গিকে টানে, সেইরূপ আমরা যে জলের
ভিতরে আছি সেও আবার আমাদের গিকে পশ্চাদ্ধিক টানিতে পারে।
যখন পানী আপন পক্ষের দ্বারা নীচের বায়ুর উপর আঘাত করে এবং

নীচের বায়ু স্তরায় উর্দ্ধদিকে প্রতিঘাত করে, তখন উপরের বায়ুও আবার নীচের দিকে আঘাত করিতে পারে। অতএব একরূপ হইলে আমরা কোন প্রকারে সাতার দিয়া মুহূর্ত্তে পারিতাম না এবং পক্ষিগণ পাখার উপর ভর দিয়া উঠিতে পারিত না। এই সকল সন্দেহ ভঞ্জন করিতে হইলে প্রথমতঃ সাতার দিয়া বাইবাক সময়, অথবা পক্ষিদিগের উড়িবার সময় যে প্রকার ক্রিয়া ক্রান্তি হয়, তাহা বিবেচনা করিয়া দেখা আবশ্যক। দেখ, পাখীরা উড়িবার সময় পুনঃ পুনঃ পক্ষ বিস্তৃত এবং সঙ্কুচিত করে। যখন নীচের বায়ুর উপর আঘাত করিবে তখন বিস্তৃত করে, কিন্তু উর্দ্ধের বায়ু হইতে প্রতিঘাত না পাইতে পাইতেই উহা সঙ্কুচিত করিয়া লয়। স্তরায় উর্দ্ধ হইতে অধিক প্রতিঘাত না পাওয়াতে অধোদিক হইতে বলবৎ আঘাত পাইয়া উর্দ্ধে উঠিতে পারে। যদি বল, বক, চিল, বাজ্র প্রভৃতি শকুন সমস্ত একরূপে পুনঃ পুনঃ পাখা গুটাইয়া উড়ে না, ইহার কারণ কি? তাহার উত্তর এই যে, উহারা পাখা গুটায় না বটে, কিন্তু উঠিবার সময় বিস্তৃত পক্ষ দ্বারা আঘাত প্রদান করিয়া তৎক্ষণাৎ পক্ষকে পাশ্বেই দিকে কিঞ্চিৎ ঝিকাইয়া ধরে, তজ্জন্যই উর্দ্ধের বায়ু হইতে নীচের দিকে অধিক প্রতিঘাত পায় না। যখন নাবিকেরা নৌকায় দাঁড় বহন করিয়া যায়, তখন তাহার একবার দাঁড় ফেলিয়া টানে, আবার তৎক্ষণাৎ উহা তুলিয়া লয়। দাঁড় তুলিয়া না লইলে জলের প্রতিঘাত বশতঃ নৌকার গতি হইতে পারে না। যে সময়ে আমরা সাতার দেই সেই কালে হয় ত একবার জল টানিয়া তৎক্ষণাৎ জলের ভিতর হইতে হাত তুলিয়া লই, অথবা পূর্বে করতল যেমন প্রসারিত করিয়া জলকে টানি তাহার পরক্ষণেই আর সেরূপ প্রসারিত করিয়া রাখি না। এইরূপে প্রতিঘাত অপেক্ষা আঘাতকে প্রবলতর করিয়া আমরা অগ্রসর হইতে পারি।



চতুর্থ অধ্যায় ।

(বেগের প্রকার ত্রেণ—সম-বেগ—বর্দ্ধমান-বেগ—হ্রসমান-বেগ ।)

গতির কাল এবং দূরত্ব ইহাদিগের পরস্পর সম্বন্ধের নাম বেগ, ইহা পূর্বেই কথিত হইয়াছে। ঐ গতির আরম্ভ অবধি সমাপন পর্যন্ত কখন কখন ঐ সম্বন্ধ সমানই থাকে, কিন্তু অল্প স্থল ব্যতিরেকে প্রায়ই উহা ভিন্ন ভিন্ন হয়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, পৃথিবী প্রায় ২৪ ঘণ্টায় আপন ব্যাস পরিবেষ্টিত করিয়া এক অহোরাত্র জন্মাইতেছে। ঐ ২৪ ঘণ্টার প্রথম ঘণ্টাতে পৃথিবীর কোন স্থান যতদূর যায় আর শেষ ঘণ্টাতেও ঠিক ততদূর যায়—ফলতঃ ইহার বেগ সর্ব সময়েই সমান থাকে। কিন্তু একটা ভাঁটা গড়াইয়া দিলে ঐ ভাঁটা প্রথম ক্ষণে যতদূর যায় দ্বিতীয় ক্ষণে কদাপি ততদূর যায় না। উহার বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া আসিতে থাকে। আবার কোন উচ্চ স্থান হইতে একটা দ্রব্য নিক্ষিপ্ত হইলে উহা, প্রথম সেকণ্ডে যতদূর পড়ে, দ্বিতীয় সেকণ্ডে তাহা অপেক্ষা অধিক দূর পড়ে, এইস্থলে উক্ত দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইতেছে বোধ হয়। এই তিন প্রকার বেগের মধ্যে প্রথম প্রকার বেগের নাম সম-বেগ, দ্বিতীয় প্রকারের নাম হ্রসমান-বেগ, আর তৃতীয় প্রকারের নাম বর্দ্ধমান-বেগ। সম-বেগ স্থলে, যে বলে গতি জন্মে সেই বল গতির আদ্যান্তকাল পর্যন্ত সমান ছিল, এমন প্রতীতি হয়। প্রযুক্ত-বল যদি শক্তান্তর সংযোগে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলেই বর্দ্ধমান-বেগ জন্মে, আর হ্রসমান-বেগে প্রযুক্ত-বল ক্রমশঃ হ্রাস হইয়াই আসিতে থাকে। ক্রমশঃ এই সকল বেগের প্রকৃতি বর্ণিত হইতেছে।

সম-বেগ ।

জড় পদার্থ শিষেচ্ছ। সুতরাং আপনি আপনাকে সচল করিতেও পারে না, আর কোন কারণবশতঃ একবার সচল হইলে স্বয়ং আপনার গতি নিবারণ করিতেও সমর্থ হয় না। যদি তাহাই না পারে তবে কোন জড় পদার্থ একবার যে বেগে গমন করিতে আরম্ভ করিয়াছে, সেই বেগ স্বয়ং স্থানান্তরিত করিতেও পারে না। অতএব সম-বেগে গমন করা জড় পদার্থ স্বাভাবিক প্রকৃতিসিদ্ধ ধর্ম। কিন্তু পৃথিবীতে সম-বেগের উদাহরণ স্থল অতি অল্পই প্রাপ্ত হওয়া যায়। কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি নিরন্তর অন্যের গতির প্রতিবন্ধিতা করিতেছে। কোন জড় পদার্থকে সচল করিয়া দিবামাত্র ঐ আকর্ষণ শক্তি দ্বারা প্রতিক্ষণে তাহার গমনের বেগ হ্রাস হইয়া থাকে, সুতরাং উহার বেগ সম-বেগ বলিয়া গণ্য হইতে পারে না। ঘড়ির কাঁটার গতিও সম-বেগে হয় না, উহাও লীফিয়া লীফিয়া চলে। সুতরাং ঐ লক্ষের প্রথম ক্ষণে যত বেগ, শেষে তত বেগ থাকে না।

সুতরাং পৃথিবীও অপরাপর গ্রহগণের আঁহক গতি ব্যতিরেকে এই প্রকার বেগের উদাহরণ অন্য কোন স্থলেই প্রাপ্ত হওয়া যায় না।

যখন কোন সচল দ্রব্যের প্রতি পুনঃ পুনঃ বল প্রযুক্ত হইতে থাকে, তখন ঐ দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হয়। কখন কখন ছেলেরা ভাঁটা খেলিতে খেলিতে তাহার প্রতি পদাঘাত করত উহার পশ্চাৎ পশ্চাৎ ধাবমান হয়। প্রথম আঘাতে ভাঁটা যত বেগে যায়, দ্বিতীয় আঘাত পাইলে তদপেক্ষা অধিক শীঘ্র যায়, তৃতীয় আঘাতে আরও দ্রুত বেগে গমন করে। একখান চক্রকে তাহার কীলকে বদ্ধ করিয়া যদি এক পার্শ্বে অঙ্গুলি দিয়া অতি অল্প বলে টান যায়, তবে প্রথম বারে ঐ চক্রটি কিছুমাত্র ঘুরিল কি না বুঝিতেই পারা যায় না। কিন্তু ঊর্ধ্বাধিপতি সেই প্রকার অল্প অল্প বলে টানিতে টানিতেই ঐ চক্র ঘুরিতে আরম্ভ করে, এবং ক্রমে ক্রমে তাহাতেই

অতিশয় বেগ হইয়া উঠে । এই সকল স্থল দেখিয়া বর্জমান-বেগের প্রকৃতি অবগত হওয়া যায় ।

কিন্তু এই সকল উদাহরণ দ্বারা বর্জমান-বেগের স্থূল প্রকৃতিমাত্র বুঝিতে পারা যায়, কারণ ভাঁটার পদাঘাত, অথবা চক্রে অঙ্গুলি প্রহার করিবারাত্র উচ্ছাদিগের বেগ যেরূপ বর্জিত হয় পরস্পরেই আর সেইরূপ থাকে না, পৃথিবীর মধ্যাকর্ষণে এবং বায়ুর প্রতি-বন্ধকতার উচ্ছাদিগের বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইতে থাকে । পুনর্বার আঘাত পাইলেই বেগ বাড়ে, কিন্তু আবার পরস্পরেই তাহা হ্রাস হয় । অতএব উচ্ছাদিগের গতি, হ্রসমান এবং বর্জমান এই দুই প্রকার বেগেরই উদাহরণস্থল হইতে পারে । আর পদাঘাত বা অঙ্গুলি-প্রহার একবার যেমন বলে হয়, দ্বিতীয়বার তাহা অপেক্ষা অধিক বা অল্প বলেও হইতে পারে । সুতরাং ঐ সকল স্থলে বেগের বৃদ্ধির সম্পূর্ণরূপে নিয়ম নির্দেশ করিতে পারা যায় না । যেখানে এইরূপ না ঘটিয়া ক্রমাগত সম-বেলে বেগের বৃদ্ধি হইতে থাকে, তথায় ঐ বেগের নাম সম-বর্জমান বেগ । যখন কোন দ্রব্য উচ্চ হইতে নীচে পড়ে তখন তাহাতে এই সম-বর্জমান বেগের কার্য দেখিতে পাওয়া যায় । পৃথিবীর মধ্যাকর্ষণ নিরন্তর সমান বলেই পতনশীল দ্রব্যকে পৃথিবীর মধ্যভিযুখে টানে । ইহাতে ঐ দ্রব্য প্রথমক্ষেণে বত দূর পড়ে, দ্বিতীয় ক্ষণে তাহা অপেক্ষা অধিক দূর পতিত হয়, কতক্ষণে কত দূর কেমন বেগে পড়ে তাহা মিলি লিখিত রূপে কিঞ্চিৎ অভিনিবেশ পূর্বক বিবেচনা করিলেই নিরূপিত হইতে পারে ।

প্রথমতঃ বিবেচনা কর, যেন একটা ঘোড়া দিন মধ্যে সর্বশুদ্ধ ৪ ঘণ্টা যাত্রা চলে ; কিন্তু প্রথম ঘণ্টায় এক ক্রোশ, দ্বিতীয় ঘণ্টায় দুই ক্রোশ, তৃতীয় ঘণ্টায় তিন ক্রোশ এবং চতুর্থ ঘণ্টায় চারি ক্রোশ পথ যায় ; এক্ষণে জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে, প্রথমাবধি প্রতি ঘণ্টায় কতক্রোশ করিয়া গমন করিলে, উহার ঐ চারি ঘণ্টায় সমান পথ

যাওয়া হইত ? । এই স্থলে স্পষ্ট দেখা যাইতেছে যে, ঘোড়া সর্ব-
শুদ্ধ ১০ ক্রোশ পথ চারি ঘণ্টায় গিয়াছিল। সুতরাং যদি উহা
প্রতি ঘণ্টায় $(\frac{10}{8}) = 2 \frac{1}{2}$ আড়াই ক্রোশ করিয়া চলিত, তাহা হই-
লেও চারি ঘণ্টায় ঐ ১০ ক্রোশ পথ যাইতে পারিত। এক্ষণে বিবে-
চনা করিয়া দেখ, ঐ ঘোড়া যে চারি ঘণ্টা চলিয়াছিল তাহার মধ্যে
কোন ঘণ্টায় ঐ আড়াই ক্রোশ বেগে গমন করিয়াছিল কিনা ?
স্পষ্ট দেখা যাইতেছে যে, চারি ঘণ্টার মধ্যে, ঘণ্টায় অর্থাৎ দ্বিতীয়
ঘণ্টার শেষের অর্ধ এবং তৃতীয় ঘণ্টার প্রথমার্ধ এই দুই অর্ধে যে এক
ঘণ্টা হয় তাহাতে ঘোটকের বেগ ঠিক আড়াই ক্রোশ হইয়াছিল।

অতএব (১) নিশ্চিত হইতেছে যে, “সমবর্দ্ধমান-বেগ যত সময় ধরিয়া
হয় সেই সময়ের ঠিক মধ্য ক্ষণে এমন বেগ হয় যে, সেই বেগে তত
সময় চলিলেও সমান পথ যাওয়া যাইতে পারে; অথবা, যে সময়
মধ্যে সমবর্দ্ধমান বেগে যত পথ যাওয়া যায়, সমান বেগে সেই পথ
যাইবার উপযুক্ত বেগ উক্ত সময়ের মধ্য ক্ষণেই হইয়া থাকে” ।

আবার বিবেচনা করিয়া দেখ, যদি পূর্ব প্রথমে ইহা জিজ্ঞাস্য হয়
যে, ঘোড়াটা পূর্ববৎ সম-বর্দ্ধমান-বেগে চলিলে সে ৫ম ঘণ্টার আরম্ভে
কত বেগে চলিত ? তাহা হইলে মধ্যম বেগ যে, ২½ ক্রোশ তাহাকেই
দ্বিগুণিত করিলে উত্তর ৫ ক্রোশ পাওয়া যাইতে পারে। অতএব
(২) ইচ্ছাও নিশ্চিত হইতেছে যে “সম-বর্দ্ধমান-বেগ স্থলে সমুদায়
সময়ের মধ্য-বেগ যে পরিমিত হইবে, সেই সংখ্যার দ্বিগুণ করিলেই
উক্ত সময়ের অব্যবহিত পরক্ষণে কত বেগ হইবে তাহা জানা
যাইকে* । ” এই দুইটী সূত্র মরণ রাশিয়া এক্ষণে বিবেচনা করিয়া

* যথা, ১, ২, ৪, ৬, ইত্যাদি রূপে বৃদ্ধি হইলে মধ্য বেগ = $\frac{12}{2} = ৬$, তাহার দ্বিগুণ
= $৬ \times ২ = ১২$ ইহাই অন্তিম বেগ, এইরূপে সর্বত্রই হইবে।

দেখ যে, যদি কোন বস্তু পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণে এক সেকেন্ড কাল মধ্যে 'দু' পরিমিত স্থান পড়ে তবে তাহার ঐ 'দু' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি আছে এমনতর বস্তু যায় না। বস্তুতঃ ঐ সেকেন্ড কালকে যদি বহু সংখ্যক অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ক্ষণে বিভক্ত করিয়া বোধ্য করা যায় * তবে এমন কক্ষা যাইতে পারে যে, যখন স্রোতাটী ১ সেকেন্ডে 'দু' স্থান পড়িল, তখন ঐ সেকেন্ডের ঠিক মধ্য ক্ষণেই উহার 'দু' পড়িবার উপযুক্ত বেগ হইয়াছিল। অর্থাৎ স্রোতা সকল মাধ্যাকর্ষণ বলে এক সেকেন্ডে 'দু' পরিমিত স্থান পড়ে, সুতরাং প্রথম সূত্রানুসারে সেই 'দু' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি থাকে না—তাহা কেবল ঠিক মধ্য ক্ষণেই থাকে। পরন্তু যদি মধ্য ক্ষণের বেগ 'দু' এর উপযুক্ত হইল তবে দ্বিতীয় সূত্রানুসারে অন্তিম ক্ষণের পরেই অর্থাৎ দ্বিতীয়

* এ স্থলে বিবেচনা করিতে হইবে যে, ১ সেকেন্ড অতি অল্পকাল বলিয়া তাহাকে ভাঙ্গিয়া মধ্য ক্ষণ ধরিয়া হিসাব করা যায় নাই। কিন্তু সূক্ষ্মরূপে বিবেচনা করিতে হইলে ১ সেকেন্ডকে ৬০ ক্ষণে বিভক্ত কর, এবং পূর্বেক্ত অংশগমনে যেরূপ ৪ ঘণ্টায় ১০ ক্রোশ গতি হইয়াছিল বলিয়া $1'' = 211$ ক্রোশ মধ্যবেগ হইয়াছিল, এখানেও সেইরূপ ১ সেকেন্ডে অর্থাৎ

৬০ ক্ষণে কোন বস্তু 'দু' স্থান পড়ে, সুতরাং উহার মধ্যবেগ $\frac{দু}{৬০}$; আবার ২য় সূত্রানুসারে যেরূপ পূর্বেদাহরণে ৫ম ঘণ্টায় $211 \times 2 = 422$ ক্রোশ বেগ হয়, এখানেও তদ্রূপ ১ সেকেন্ডের,

অন্তিম ক্ষণের পরক্ষণেই উহার বেগ $\frac{২ + 'দু'}{৬০}$ হয়, কিন্তু ২য় সেকেন্ডেও ৬০ ক্ষণাবধি, সুতরাং

সমুদায় ঐ ক্ষণে উহার গতি $\frac{২ + 'দু'}{৬০} \times ৬০ = ২ \times 'দু'$; এক সেকেন্ড কাল মধ্যে কোন

বস্তুর অধঃপতন ১৬ ফুট হয়, ইহা গণিত দ্বারা সিদ্ধ আছে, সুতরাং 'দু' এর পরিবর্তে ১৬ ফুট ধরিয়া অঙ্ক করিলেই ঠিক হইবে।

সেকণ্ডের আরম্ভেই উহার দ্বিগুণ বেগ হইবে অর্থাৎ যাহাতে ১ এক সেকণ্ডে 'দু' যের দ্বিগুণ স্থান পড়িতে পারে এমত বেগ হইবে। অতএব কোন প্রথম সেকণ্ডে যত পথ গিয়াছিল, দ্বিতীয় সেকণ্ডে ঐ দ্বিগুণ বেগে উহা অবশ্য তাহার দ্বিগুণ পথ যাইতে পারিবে, কিন্তু তৎকালেই আবার মাধ্যাকর্ষণের বলে উহাকে আরও এক 'দু' পরিমিত স্থান যাইতে হইবে। সুতরাং দ্বিতীয় সেকণ্ডে উহার গতি ৩ 'দু' হয়। অতএব দুই সেকণ্ডে অর্থাৎ প্রথম এবং দ্বিতীয় সেকণ্ডে মিলিয়া প্রবৃট্ট (১ দু+৩ 'দু')=৪ 'দু' পরিমিত স্থান পড়িত হইবে। আবার তৃতীয় সেকণ্ডের প্রথমে ঐ প্রবোর বেগ ৪ 'দু' আর ঐ সেকণ্ডে আবার মাধ্যাকর্ষণের বল পাইয়া উহাকে এক 'দু' যাইতে হয়, অতএব তৃতীয় সেকণ্ডে মধ্য উহার গতি ৫ 'দু' হইবে। সুতরাং পূর্ব দুই সেকণ্ডে যে ৪ 'দু' পথ গিয়াছে, আর এই ৫ 'দু' এই উভয়ে যোগ করিলে যে ৯ দু হয় প্রবৃট্ট। ৩ সেকণ্ডে তত দূর পড়ে *।

* নিম্ন-লিখিত অকবিন্যাস দেখিলে ঐ কথা আরও স্পষ্ট বোধ হইবে। এই স্থলে বিবেচনা কর যে, প্রথম সেকণ্ডে যদি 'ক' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত পড়ে তবে দ্বিতীয় সেকণ্ডে 'খ' হইতে 'গ' পর্য্যন্ত পড়ায় পূর্বের তিনগুণ হয়, আর তৃতীয় সেকণ্ডে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়ায় প্রথমবারের পাঁচগুণ হয়।

প্রথম সেকণ্ডে পতন ১৬
দ্বিতীয় সেকণ্ডে পতন ৪৮ =

(২×২—১) × ১৬।*

দুই সেকণ্ডে পতন (২×২×১৬) = ৬৪।

তৃতীয় সেকণ্ডে পতন ৮০ =

(৩×২—১) × ১৬।

তিন সেকণ্ডের পতন (৩×৩×১৬) =

১৪৪।

খ ৩২ = (৩২×১) প্রথম সেকণ্ডের শেষে
বেগ।

গ ৬৪ = (৩২×২) দুই সেকণ্ডের শেষে
বেগ।

ঘ ৯৬ = (৩২×৩) তিন সেকণ্ডের শেষে
বেগ।

এই কণে বিবেচনা করিয়া দেখ যে, ঔষ্যের প্রথম সেকণ্ড ১ দূ, দ্বিতীয়ে ৩ দূ, তৃতীয়ে ৫ দূ ইত্যাদি ক্রমে পতন হওয়ার উহার একটি আশ্চর্য্য নিয়ম নির্দেশ করি। যা হইতে পারে। তাহা এই—যে হেতু $(১ \times ২ - ১) = ১$; $(২ \times ২ - ১) = ৩$, $(৩ \times ২ - ১) = ৫$, অতএব যদি কোন সেকণ্ডে ঔষ্যমাধ্যাকর্ষণ বলে কত দূর পড়ে এমন জিজ্ঞাস্য হয়, তবে (৩) সেই সেকণ্ডে সখ্যাকে দ্বিগুণিত করিয়া তাহা হইতে এক স্থান করিয়া যে ফল হইবে, তাহাকে প্রথমবারের পতন দূরত্ব দ্বারা গুণ করিলেই উত্তর হইবে। কিন্তু পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে ঔষ্য সমস্ত প্রথম সেকণ্ডে ১৬ ফুট পড়ে ইহা পরীক্ষা সিদ্ধ, অতএব পূর্বা (৩) স্থলে ‘দূ’ এর পরিবর্তে ১৬ রাখিয়া অঙ্ক করিলেই ফল স্থির হইবে।

যথা ৯ম সেকণ্ডে ঔষ্য কত দূর পড়ে এমন জিজ্ঞাস্য হইলে, ৯কে দ্বিগুণ করিয়া ১৮ হইল, তাহা হইতে ১ বাদ দিয়া ১৭ হইল, উহাকে ১৬ দ্বারা গুণ করিয়া ২৭২ ; সুতরাং ২৭২ ফুট উত্তর হইল।

কিন্তু পতনশীল ঔষ্যের কখন কত বেগ হয় জানিবার আবশ্যকতা হইলে প্রথমতঃ কৃত সময়ে কি পরিমিত স্থান পতন হইয়াছে তাহা জানা আবশ্যক। তাহার পর পূর্বোক্ত (১ম) এবং (২য়) সূত্রানুসারে সেই স্থানসংখ্যাকে পতন কাল সংখ্যা দ্বারা বিভাগ করিলেই ঐ পতনের মধ্যবেগ পাওয়া যাইবে; পরে ঐ মধ্যবেগকে দ্বিগুণিত করিয়া লইলেই উক্ত সময়ের অবাবহিত পরক্ষণের বেগ কত জানা যাইবে। যদি এমন জিজ্ঞাস্য হয় যে নবম সেকণ্ডের শেষে, অর্থাৎ দশম সেকণ্ডের প্রথমে পতনশীল ঔষ্যের বেগ কত হয়? তাহা হইলে ৯ম সেকণ্ডে ঔষ্য কত দূর পড়ে নিশ্চয় করিয়া তাহাকে ৯ দ্বারা ভাগ করিয়া সেই ভাগ-কলকে দ্বিগুণিত করিয়া লইতে হয়। যথা, $\frac{৯ \times ১৬}{২} \times ২ = ১৪৪$ । কিন্তু এইরূপ না করিয়া জিয়া

লাঘবার্থে বলা যায় যে, (৪) কাল-সংখ্যা দ্বারা ৩২ কে পূরণ করিলেই অস্তিম-বেগ জানা যাইবে । এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করিয়া বুঝাইবার জন্য কতিপয় প্রশ্নের উত্তর করিয়া ‘অঙ্ক’ কসিবার প্রথা পুনর্দর্শিত হইতেছে ।

১ প্রশ্ন।—‘৫ সেকণ্ড কাল মধ্যে কোন দ্রব্য কত উচ্চ হইতে পড়িবে । $৫^২ \times ১৬ = ৪০০$ উত্তর ।

২ প্রশ্ন।—কোন দ্রব্য কত সেকণ্ডে ১০০ ফুট উচ্চ হইতে পড়িবে ?

$$\sqrt{\frac{১০০}{১৬}} = \frac{১০}{৪} = ২ \frac{১}{২} \text{ সেকণ্ড উত্তর ।}$$

৩ প্রশ্ন।—৪র্থ সেকণ্ডে দ্রব্য কত দূর পড়ে ?

$$(২ \times ৪ - ১) \times ১৬ = ১ \times ১৬ = ১৬ \text{ ফুট উত্তর ।}$$

৪ প্রশ্ন।—কতক্ষণের পর কোন পতনশীল দ্রব্যের বেগ পুতি সেকণ্ডে ১৬০ ফুট পরিমিত হয় ?

$$\frac{১৬০}{৩২} = ৫ \text{ সেকণ্ড উত্তর ।}$$

অতএব সাক্ষেতিক নিয়ম করিবার নিমিত্ত এক বলা যাইতে পারে যে, যদি ‘স’ অর্থে সময়, ‘দূ’ অর্থে দূরত্ব ‘ৱে’ অর্থে বেগ, ‘মা’ অর্থে মাধ্যাকর্ষণ-প্রদত্ত প্রথম সেকণ্ডের অব্যবহিত পরক্ষণের বেগ (অর্থাৎ ৩২ ফুট) হয় ; তাহা হইলে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে ‘পূর্বোক্ত নিয়ম সমস্ত এইরূপে লিখিত হয়, যথা—

$$(১) \text{ দূ} = স^২ \times ১৬।$$

$$\text{এবং } (২) \text{ বে} = স \times মা।$$

(ইসমান-বেগ ।)

সম-বর্দ্ধমান-বেগের প্রকৃতি এক পুকার কথিত হইল। এক্ষণে সম-ইসমান-বেগের বিষয় কিঞ্চিৎ গলা আবশ্যক। যখন কোন সূচল্ অ্যবোর উপর অন্য কোন বল পুড়িকূল ভাবে কুঁঠা করে তখন উক্ত অ্যবোর বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া যায়। পৃথিবীর উপর হইতে যে সকল অ্যব্য উৎক্ষিপ্ত হয় তাহাদিগের উৎক্ষিপ-বলের প্রতিকূল পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বল ক্রমশঃ প্রবল হইতে থাকে, সুতরাং উহার বেগ ক্রমে ক্রমে হ্রাস হইয়া পরিশেষে কিছুই থাকে না, সুতরাং ঐ অ্যবোর পুনর্ব্বার নিম্নাভিমুখে গতি হয়। উৎক্ষিপ্ত অ্যবোর উর্দ্ধ গতি যতক্ষণে হয় উহার অধঃপতনেও ঠিক তাহার সমান কাল লাগে। ইহার কারণ স্পষ্টই দেখা যাইতেছে। যদি কোন অ্যব্য এমত বলে উৎক্ষিপ্ত হয় যে, মাধ্যাকর্ষণ পুড়িবদ্ধকনা হইলে উহা পুতি সেকণ্ডে $(৩ \times ৩২) = ৯৬$ ফুট যায়, তবে মাধ্যাকর্ষণ প্রতিবদ্ধক হওয়াতে প্রথম সেকণ্ডের শেষে উহার বেগ ২×৩২ ফুট থাকে, দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ থাকে, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে কিছুই থাকে না। কারণ মাধ্যাকর্ষণ প্রতি.সেকণ্ডে ৩২ ফুট করিয়া উহার গতির বেগ কমাইতে থাকে, অতএব বোধ হইতেছে ৩×৩২ ফুট পরিমিত বেগে উৎক্ষিপ্ত হইলে অ্যব্যাট তিন সেকণ্ডে যত দূর যাইতে পারে ততই যায়। কিন্তু সেই স্থান হইতে নামিতে আরম্ভ করিলে প্রথম সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ ফুট মাত্র বেগ পায় দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ২×৩২ ফুট পায়, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে ৩×৩২ ফুট পায়। সুতরাং নামিতেও তিন সেকণ্ডের স্থান হয় না। অতএব কতদূর নামিল বিবেচনা করিলেই কতদূর উঠিয়াছিল, নিশ্চয় হইতে পারে। তিন সেকণ্ডে যে অ্যব্য পড়ে সে $(৩ \times ১৬) = ১৪৪$ ফুট উচ্চ হইতে পড়ে ইহা জানা আছে। অতএব

ঐ জব্যটা অবশ্য ১৪৪ ফুট উর্দ্ধে উঠিয়াছিল, নচেৎ সেই পরিমাণ নিম্নে আসিতে পারিত না * ।

দুইটা পুষ্পের উত্তর দেখাইয়া, উহা আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে ।

১. পুষ্প ।—যদি ১৯২ ফুট পুতি সেকণ্ডে যাইতে পারে, এমত বেগে কোম জব্য ঠিক উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইয়া থাকে, তবে উহা কত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিবে ?

$$v^2 = 32 \times 192 = 6144 \text{ ফুট, উত্তর ।}$$

২ পুষ্প ।—যদি ৬৪ ফুট বেগে কোম জব্য উৎক্ষিপ্ত হয়, তবে কত ক্ষণে উহা পুনর্বার আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে ? $v^2 = 32 \times 64 = 2048$ সেকণ্ড উঠিতে লাগে । স্মৃতরাং পড়িতেও আবার দুই সেকণ্ড লাগে । অতএব এক বার উঠিয়া পুনর্বার পড়িতে $2 + 2 = 4$ সেকণ্ড লাগিবে ।

পঞ্চম অধ্যায় ।

[বিক্ষিপ্ত-গতি—ক্রমনিম্ন ধরাতলে—গতিদোলক—দোলক দ্বারা পৃথিবীর
আবৃত্তিক গতির নিরূপণ ।]

মাধ্যাকর্ষণ পুতাবে নিক্ষিপ্ত এবং উৎক্ষিপ্ত জব্যের যেরূপে বেগ হয় তাহা কথিত হইল । এক্ষণে ঠিক উর্দ্ধে বা নিম্নে না হইয়া যে জব্যের পুতি অন্য কোন দিকে বল প্রযুক্ত হয় তাহার গতি কিরূপ হইবে তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে । বন্দুকের গুলি, ধনুর শর, বাঁটুল,

* ১ম সেকণ্ডের প্রথমে বেগ ... ৯৬

২য় " " " ... ১৯২

৩য় " " " ... ২৮৮

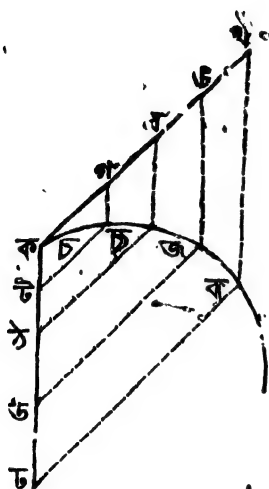
১ম সেকণ্ডে উর্দ্ধগতি ... ৮.

২য় " " " ... ৪৮

৩য় " " " ... ১৬

১৪৪ ফুট ।

চিল এবং ছাদের ও গাড়ুর নলের জল ইত্যাদি বিক্ষিপ্ত বস্তু সমুদায় সরল রেখাক্রমে যায় না। উহার মধ্যে প্রকার বক্রপথে গমন করে, তাহাকে ক্ষেপণী কহে। উহার প্রকৃতি নিম্নবর্তী চিত্রদৃষ্টে অনায়াসে বোধগম্য হইবে।



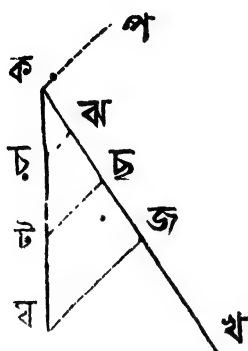
‘ক’ নামক বস্তু ‘ক’ সরল রেখায় বিক্ষিপ্ত হইলে, বিক্ষেপ বলে উহার গতি ‘ক’ সরল রেখাক্রমেই হইতে পারে, কিন্তু উহার গমন সময়ে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ উহাকে নীচের দিকে লইয়া আইসে, অতরাং বিভিন্ন দিকে ছুই বল প্রযুক্ত হওয়াতে জ্যেষ্ঠী ‘ক’ রেখাক্রমে যায় না। যদি বিক্ষেপ-বল এমত হয় যে মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা না থাকিলে সেই বলে জ্যেষ্ঠী সমবেগে চলিয়া

প্রথম সেকণ্ডে ‘ক’ হইতে ‘গ’ পর্যন্ত, দ্বিতীয় সেকণ্ডে ‘গ’ হইতে ‘ঘ’ পর্যন্ত, তৃতীয় সেকণ্ডে ‘ঘ’ হইতে ‘ঙ’ পর্যন্ত, আর চতুর্থ সেকণ্ডে ‘ঙ’ হইতে ‘খ’ পর্যন্ত যায়;—আর পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখগামী রেখা ‘কট’ পর্যন্ত যদি ১৬ ফুট হয়, ‘কঠ’ $(২ \times ১৬) = ৩২$ ফুট, ‘কড’ $(৩ \times ১৬) = ৪৮$ ফুট এবং ‘কচ’ $(৪ \times ১৬) = ৬৪$ ফুট হয়, তবে ‘গ’ এর নিম্নদিকে ‘কট’ রেখার সমান এবং সমান্তরাল ‘গচ’ রেখা টানিয়া এবং উহাতে ‘টচ সংযুক্ত’ করিয়া ‘কগচট’ একটি সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিলেই বিক্ষিপ্ত জ্যেষ্ঠী ঐ চতুর্ভুজের কর্ণ ‘কচ’ রেখাক্রমে যাইবে। অতরাং এই রূপে ‘ক’ ‘গ’ ‘ঘ’ ‘ঙ’ ‘খ’ প্রভৃতি স্থান দিয়া বিক্ষিপ্ত

দ্রব্যের গতি হইবে। বিক্ষিপ্তের গতি এইরূপ বক্র-রেখাক্রমে হয় বলিয়াই বাহারা বিন্দুকাদি বিশ্লেষণে অল্প ব্যবহার করে, তাহারা যে স্থানে অল্প প্রয়োগ করিবে, তাহার কিঞ্চিৎ উল্লেখ লক্ষ্য করে। 'সিঁপা-হীরা' শব্দের মাথার দিকে তাগ করে, তাহাতে গুলি যাইয়া ঠিক বুকে লাগে। যদি বুকে তাগ করিত তবে পেটে লাগিত * ।

* পূর্বে আমীনদিগের ব্যবহার্য বলিয়া যে গজের প্রতি-রূপ প্রকাশ করা গিয়াছে সেই গজ লইয়া বিক্ষিপ্ত পদার্থের গতির উচ্চতা এবং দূরত্ব নিরূপিত করা যাইতে পারে। বোধ কর, যেন কেহ এমত প্রাণ জিজ্ঞাসা করিল যে, যত বারুদ দিলে বন্দুক হইতে গুলি প্রথম সেকণ্ডে ১০০ ফুট যাইতে পারে এমত বারুদ পরিপূর্ণ করিয়া কোন বন্দুকের মুখ ত্রিশ অংশ (৩০°) উচ্চ করিয়া তাহা হইতে গুলি প্রয়োগ করা হইয়াছে। সেই গুলি কত উচ্চে উঠিয়া কত দূরে যাইয়া পড়িবে? এস্থলে উক্ত গজ লইয়া নিম্ন-লিখিতরূপে একটি ক্রিয়া করিলেই উত্তর হইবে। কাগজের উপর প্রথমতঃ ৩০ অংশ পরিমিত কোণ করিতে হইবে। সেই কোণের দুই দিকে যে দুইটি সরলরেখা হইবে, তাহার উপরকার রেখাটিকে ১০০ ফুটের পরিবর্তে ১০ ইঞ্চি ধরিয়া লও। সেই দশ ইঞ্চির প্রান্ত ভাগ হইতে নীচের রেখার উপর একটি লম্ব পাত কর। গজ দিয়া পরিমাপ করিতে গেলেই ঐ লম্ব রেখা ঠিক পাঁচ ইঞ্চি পরিমিত হইয়াছে দেখিতে পাওয়া যাইবে। এস্থলে ঐ পাঁচ ইঞ্চি ৫০ ফুটের স্থানীয় হইল, কারণ পূর্বে ১০০ ফুটকে ১০ ইঞ্চি করিয়া লওয়া হইয়াছে। ইহাতেই বোধ হইতেছে যে উক্তগুলির উদ্ধাভিমুখে বেগ প্রথম সেকণ্ডে ৩০ ফুট হইয়াছে। এক্ষণে ৫০কে ৩২ দ্বারা ভাগ করিতে হুসমান বেগের নিয়মানুসারে— $\frac{৩০}{৩২}$ সেকণ্ড হয়। ঐ রাশির বর্গকে ১৬ দ্বারা গুণ করিলে $(\frac{৩০}{৩২})^2 \times ১৬ = ৩২.০৬$ ফুট উচ্চে উঠিত। আবার, যে রেখার উপর লম্বপাত হইয়াছে, সম্পাত স্থান পর্যন্ত সেই রেখাকে পরিমাপ করিয়া দেখিলেই উ-হাকে প্রায় ২ অর্থাৎ ঠিক ৮.৬৬ ইঞ্চি জানা যাইবে, সুতরাং (যে হেতু ১০০ ফুটের পরিবর্তে ১০ ইঞ্চি লওয়া হইয়াছে) ঐ রেখাও ৮৬৬ ফুটের স্থানীয় হইল। সম-বেগের নিয়মানুসারে ঐ ৮৬৬কে ১৬ দ্বারা গুণ করিলে $(৮৬৬ \times ১৬) = ১৩৬৩১২$ ফুট হইবে। কিন্তু কোন দ্রব্যের উঠিতেও যতক্ষণ লাগে আবার পড়িতেও ততক্ষণ লাগে, সুতরাং ঐ গুলি যদি ১৬ সেকণ্ড ধরিয়া উঠিয়া থাকে, তবে অবশ্য আবার ততক্ষণ ধরিয়া পড়িবে। অতএব ঐ ১৩৬৩১২কে দ্বিগুণিত করিলেই গুলি কত দূরে পড়িবে নিশ্চয় হইবে, অর্থাৎ $১৩৬৩১২ \times ২ = ২৭২৬২৪$ ফুট। গণিত দ্বারা ফল এইরূপে স্থির হয় বটে, কিন্তু বায়ুর প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত

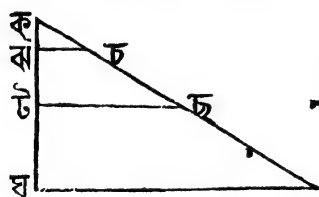
গণনা করিতে হয়, যথা 'ক' হইতে 'কখ' রেখার (পার্শ্বস্থ চিত্রাঙ্করূপ) 'কপ' একটি লম্ব রেখা টান এবং 'ক' হইতে ওলন দড়ি কোঁললে যে রূপ হয়



মধ্যাকর্ষণের অভিমুখে সেইরূপ 'কখ' রেখা টান এবং 'কট' ১৬, 'কট' ৬৪, 'কখ' ১৪৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলী এইরূপে করিয়া 'কখ' রেখাটিকে ভাগ কর। তাহার পর 'চ' 'ট' ও 'য' হইতে 'কখ' 'কট' 'ঘজ' প্রভৃতি রেখা 'কপ' এর সমান্তরাল করিয়া টানিলেই জানা যাইবে যে, 'কখ' এক সেকণ্ডে 'কখ' দুই সেকণ্ডে,

এবং 'কজ' তিন সেকণ্ডে পড়িবে ।

ক্রম-নিম্ন-ধরাতলের উপর যাইতে যাইতে জ্বরের কখন-কেমন বেগ হয়, জানিবার আবশ্যক হইলে উক্তরূপ না করিয়া এইরূপে চিত্র প্রস্তুত করিয়া লইতে হয় ।



প্রথমতঃ পার্শ্ববর্তী চিত্রে 'কখ' প্রাচীরের নিম্নভাগ 'ঘ' হইতে 'ঘপ' স্থান পর্যন্ত একটি লম্ব রেখা টানিয়া 'কখ' ১৬, 'কট' ৬৪, এবং 'কখ' ১৪৪

ফুট, অথবা তাবস্থিত ইঞ্চি কিম্বা অঙ্গুলি করিয়া লও পরে 'বাচ' এবং 'টছ' দুইটি রেখা 'ঘপ' এর সমান্তরাল করিয়া টান, তাহা হইলেই বুঝা যাইবে যে, 'খ' স্থানে জ্ববাটী বিনাবলম্বনে পড়িলে যেমন বেগে পড়িত 'চ' স্থানে উহার সেই পরিমাণ বেগ, 'ছ' স্থানে 'ট' স্থানের সমান বেগ, এবং 'প' স্থানে 'ঘ' এর সমান বেগ হইবে ।

অতি-সূক্ষ্ম একটি সূত্র কোন ভারী দোল বস্তুর কক্ষিয়া খুঁটাইলে দোলক প্রস্তুত হয় । ঐ প্রকার দোলক যতী বস্ত্রে বা বস্ত্রিত হইয়া

থাকে। উহার নীচে যে ভারী বস্তুটি থাকে, তাহার নাম দোলপিণ্ড। যে সূত্র বা তারের দ্বারা ঐ পিণ্ড বন্ধ থাকে, তাহার নাম যোজক সূত্র; ঐ যোজকসূত্র যাহাতে বন্ধ থাকে, তাহার নাম কীলক। দোল পিণ্ডকে এক পার্শ্বে কিঞ্চিৎ টানিয়া ছাড়িয়া দিলেই উহা পুনঃ পুনঃ আন্দোলিত হইতে থাকে। অর্থাৎ উহা ধনুরাকার পথে একবার উচ্চ হইতে নীচে নামিয়া আইসে এবং পুনর্ব্বার নীচ হইতে উপরে উঠিয়া যায়। উপর হইতে নীচে নামিবার কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ, সূত্রাং সেই গতি পূর্ব্বোক্ত নিয়মানুসারে সম-বর্দ্ধমান বেগে নিম্পন্ন হয়। কিন্তু যখন উহার উর্দ্ধ গমন হয়, তখন মাধ্যাকর্ষণ ঐ গতির প্রতিবন্ধকতা করে। অতএব ঐ উচ্চ গতি সম-হ্রাসমান বেগে হইয়া থাকে। কিন্তু পূর্ব্বই বলা গিয়াছে যে, কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ বেগে অস্তিত্বেও যত সময় লাগে, তাহার হ্রাস হইতেও সেইরূপ তৎ-পরিমিত কালের আবশ্যিকতা আছে। উক্ত দোলকের উর্দ্ধ গমন এবং অধঃপতন উভয়ই সমকালে হইয়া থাকে। দোলকের একবার অধঃপতন ও উর্দ্ধ গমন হইলেই একবার দোলন হইল বলা যায়।

কোন দোলকের প্রত্যেক দোলনে সমান সময় লাগে; তাহার কারণ, প্রথমবার অধঃপতনে মাধ্যাকর্ষণ, উহার প্রতি যতক্ষণ বল দেয় এবং সেই বল সমুদায় ক্ষয় হইতে হইতে যদি দোলপিণ্ড অপর দিকে ততক্ষণ ধরিয়া উঠে, তবে সেই স্থান হইতে নামিবার কালেও মাধ্যাকর্ষণ দ্বারা প্রথম বারের সমান বলই অবশ্য প্রদত্ত হইবে। সূত্রাং তর্জ্জন্য দোলক আবার অপরদিকে আপনার স্থান পর্য্যন্ত উচ্চ হইয়া উঠিবে। ঐই প্রকার পুনঃ পুনঃ হওয়াতে সকল দোলনেরই কাল সমান হয়। ফলতঃ যদি বায়ু এবং কীলকের ঘর্ষণ প্রতিবন্ধক না হইত তবে দোলক একবার হুল্লাইয়া দিলে তাহা আর কদাপি আপনা হইতে স্থির হইতে পারিত না।

দোলকের এইরূপ সম-সাময়িকত্ব গুণ, নিশ্চয় করিয়া পণ্ডিতেরা দোলক দ্বারা ঘটী যন্ত্রে এক ঐক্যের সম-বেগের কাঁধা নিশ্চয় করিয়াছেন। ঘটী যন্ত্রের ভিতরে একটি দস্তুর চক্র থাকে তাহার নাম স্কেপ্-মেণ্ট। আর দোলকের কীলকের সন্নিধানে একটি ধাতুময় দ্বিশৃঙ্গ যন্ত্র উন্নতমুখ হইয়া থাকে। উহার শৃঙ্গদ্বয়কে 'পালেট্' বলে, এই পালেট্ দোলক কর্তৃক পরিচালিত হয়। দোলকের একবার পরিচালনে উহার এক একটি শৃঙ্গ একবার করিয়া উক্ত স্কেপ্-মেণ্ট চক্রের দস্তে বন্ধ হয় আবার ছাড়িয়া যায়। এইরূপে উক্ত চক্রে যতগুলি দস্ত থাকে, দোলকটী ততবার না হুলিলে চক্রটীর একবার সম্পূর্ণ আবর্তন হয়না। অতএব যদি দোলকটী এমত হয় যে, উহা এক সেকণ্ডে একবার মাত্র হুলে তাহা হইলেই স্কেপ্-মেণ্টের যত দস্ত, তত সেকণ্ডে এই চক্র একবার ঘুরিতেছে নিশ্চয় হইবে। এদিকে এই পর্য্যন্ত স্থির হইলেই আবার এই স্কেপ্-মেণ্টের যোগে অন্যান্য চক্রে পরিচালিত করিয়া ঘটী মিনিট, সেকণ্ড প্রভৃতি কাঁটা যেরূপে যথা নিয়মে চলিতে পারে এমন উপায় করা যায়।

সকল দোলকই কিছু এক সেকণ্ডে একবার হুলে এমত নহে। দোলকের যোজক-সূত্র যত দীর্ঘ হয় উহার দোলনে তত অধিক কাল লাগে। এই বিষয় অনায়াসেই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যাইতে পারে। দেখ, একটি রজ্জুতে কোন দ্রব্য বন্ধন করিয়া যদি তাহাকে হুলাইয়া দেওয়া যায় এবং সেই সময়ে এই রজ্জুকে ক্রমে ক্রমে হ্রাস করা যায় তাহা হইলেই দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, প্রথমে এক একবার হুলিতে যত সময় লাগিতেছিল, পরে আর তত সময় লাগে না; দ্রব্যটী পূর্বা-পেক্ষা শীঘ্রতর হুলিতে থাকে।

যদি এমত হইল তবে অবশ্যই বলি যাইতে পারে যে, কোন দোলকের কীলক-সন্নিহিত ভাগ যত বেগে চলিতে পারে তাহার সর্ব-নিম্ন-ভাগ কখনই তত বেগে যায় না। এই রূপে এই বেগ-উপর হইতে যত

নীচে আইসে ততই স্ফুট হয়, আর নীচ হইতে যত উপরে যায় ততই বৃদ্ধি হয় । অতএব এমত বলা যাইতে পারে যে, দৌলুমান দোলকের নিম্ন দিকের অণুগুলি উপরিস্থ অণু সকলের বেগ ক্রমশঃ করিয়া এবং ঐ উপরিস্থ অণু সমস্তের যোগে বৃদ্ধিত-বেগ হওয়াতে সকল বেগের সমষ্কাতফল মধ্য-বেগ তাহাতেই দোলনের গতি সম্পাদিত হইতেছে । অতএব আশীশ হইতেই সেই মধ্য বেগে চলিতে পারে এমত একটা অণুও অবশ্য ঐ দোলক মধ্যে অবস্থিত আছে । ঐ মধ্য-বেগ বিশিষ্ট অণুটির বেগ নিম্নস্থ অণু সকলের বেগ অপেক্ষা অধিক এবং উপরিস্থ অণু সকলের অপেক্ষা অল্প । সেই অণুটির প্রকৃত বেগেই দোলন হইয়া থাকে । তাহার যে স্থান তাহাকে দোল-মধ্য বলা যায় । দোল-মধ্য যদি উন্নত হইয়া উঠে তবে দোলকের বেগ বৃদ্ধি হয় আর যদি নত হইয়া-পড়ে তাহা হইলে দোলকের বেগ হ্রাস হয় । অতএব কোন দোলককে সমবেগে পরিচালিত করিতে হইলে, দোল মধ্যটা যাহাতে সর্বকাল সমভাবে থাকে এমত করিয়া রাখা আবশ্যিক । ঋতু ভেদে তাপের তারতম্য ঘটয়া থাকে । তাপের আধিক্য হইলে সকল বস্তুই বিস্তৃত হয় । সুতরাং গ্রীষ্মকালে দোলক বিস্তৃত হওয়াতে দোল-মধ্য নামিয়া আইসে তাহাতে দোলকের বেগ হ্রাস হইয়া ঘটা যন্ত্রের বৈলক্ষণ্য জন্মায় । আবার শীতকালে ইহার বিপরীত ঘটে । এই সকল বৈষম্য নিবারণের নিমিত্ত পণ্ডিতেরা যে সকল বিবিধ উপায় অবধারণ করিয়াছেন তাহা এস্থলে বহুব্যম্বেহ । পরন্তু সকলেরই জানা আছে যে, ঘড়ী 'ফাট' অর্থাৎ দ্রুত-বেগে চলিলে দোলপিণ্ডকে কিঞ্চিৎ নামাইয়া আর 'স্লো' অর্থাৎ মন্দগতি হইলে ঐ পিণ্ডকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিয়া দিতে হয় ।

পণ্ডিতেরা দোলক কিঞ্চিৎ যে, এই মাত্র নিরূপিত করিয়াছেন এমত নহে । গণিতে বসাহায্যকর্তৃক করিয়া দোলকের দৈর্ঘ্য এবং উহার দোল-কাল ইহাদের পরস্পর সম্পর্কও নিশ্চয় করিয়াছেন । অর্থাৎ

যদি ১ হাত এবং ৪ হাত পরিমিত দুইটি রজ্জু দ্বারা দুইটি দৌলক প্রস্তুত করিয়া উভয়টিকে একত্রিত করিয়া দেওয়া যায় তবে দৃষ্ট হইবে যে প্রথমটি যে সময়ে দুই বার ঘূর্ণিত সেই সময়ে দ্বিতীয় একবার মাত্র ঘূর্ণিত হবে। এক্ষণে দৌলকের সংখ্যা এবং কালের পরিমাণ লইয়া বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, দৌলকের দৈর্ঘ্য, দৌলন কালের বর্ণানুসারে বৃদ্ধি হয়। অতএব যদি 'দৈ' দৌলকের এবং 'কা' কালের সঙ্কেত হয়, তবে উক্ত সম্বন্ধ এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে—যথা 'দৈ : দৈ, ১ : কা, ২'।

যদি পৃথিবী সর্বতোভাবে গোল অথবা নিশ্চল হইত তাহা হইলে দৌলকের বিষয়ে আর অধিক অনুসন্ধানের আবশ্যকতা থাকিত না। পৃথিবীর কোন এক দেশে কত বড় দৌলক এক সেকণ্ডে একবার ঘূর্ণিত হইয়া পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়া সর্বত্র সেই পরিমাণ দৌলক নির্মাণ করাইয়া তাহার দৌল-মধ্য যাঁহাতে সমভাবে থাকে এমন উপায় করিতে পারিলেই সর্বস্থানে দৌলকের কার্য একরূপেই সম্পাদিত হইতে পারিত। কিন্তু পৃথিবী ঠিক গোল নয়। ইহার নিরক্ষদেশ মেরু প্রদেশ অপেক্ষা ২৬ ইংরাজী মাইল ক্ষীত হইয়া আছে। সুতরাং তথায় মাধ্যাকর্ষণের বল অপেক্ষাকৃত অল্প। আবার পৃথিবী উভয় মেরুগত ব্যাসকে অক্ষ স্বরূপ করিয়া নিরন্তর ঘূর্ণিত হইতেছে। সুতরাং ঐ ঘূর্ণন-জ্ঞানিত কেন্দ্র-বিমুখ-বল মেরুদেশে অপেক্ষা নিরক্ষদেশে সমধিক প্রবল। ইহাও তত্ত্বক্ষেপে মাধ্যাকর্ষণ ব্রহ্ম হইবার এক মহৎ কারণ। এই দুই কারণ বশতঃ মেরুদেশে মাধ্যাকর্ষণ যত নিরক্ষ দিকের উপর তাহার ১৮ ভাগের এক ভাগ হ্রাস হইয়া আছে। এক্ষণে বিবেচনা কর মাধ্যাকর্ষণই পৃথিবীর কোন স্থানে অধিক আর কোন স্থানে অল্প হইল, তবে অবশ্যই এক দৌলকের ভিন্ন ভিন্ন স্থানে যে ভিন্ন ভিন্ন কালে দৌলন হয় ইহা প্রকৃত হইবে। যদি দৌলনের কাল সমান করিয়া রাখিতে হয়, তাহা হইলে উভয়দিকের দৈর্ঘ্য

কদাচিৎ সমান রকম হইবে না। মেক সন্নিহিত দেশে যে দোলক এক সেকণ্ডে দু'লিবে নিরক্ষদেশে তাহা তদুপেক্ষা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র না হইলে এক সেকণ্ডে একবার দু'লিবে না। পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চিত হইয়াছে যে, দোলককে লণ্ডন নগরে ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি কলিকাতায় ৩৯.০৫৫ * ইঞ্চি, আর ঠিক নিরক্ষ রাস্তার উপর ৩৯.০২১ ইঞ্চি পরিমিত, করিলে উহা প্রতি সেকণ্ডে এক একবার দু'লিবে। পূর্বেই বলা গিয়াছে যে, আঙ্গিক গতি বর্ষাঃ পৃথিবীর নিরক্ষ দেশে বেল্ল-বিমুখ বল অধিক হওয়াতে তথায় মাধ্যাকর্ষণ কিঞ্চিৎ হ্রাস হইয়া আছে; অতএব মেকদেশে যে দোলক এক সেকণ্ডে একবার দু'লিবে তাহাকে নিরক্ষদেশে আসিয়া উক্ত দোলন সমভাবে রাখিতে হইলে উহাকে কিঞ্চিৎ হ্রাস করিয়া ফেলিতে হয়। অতএব ইহাতেই দোলক দ্বারা পৃথিবীর আঙ্গিক গতি এক প্রকার সপ্রমাণ হইয়াছে, এমনত বলা যাইতে পারে। কিন্তু অনতি-কাল গত হইল ফ্রান্সদেশ বাসী ফকুর্ট নামক জনৈক পদার্থ তত্ত্ববিৎ পাণ্ডিত দোলক দ্বারাই পৃথিবীর গতির চাক্ষুষ প্রত্যক্ষ করাইয়াছেন। তদ্বিবরণ অবগত হইলে দোলকের আর একটি প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ হয়, এই হেতু তাহা এই স্থলে উল্লিখিত করিয়া প্রকরণ সমাপ্ত করা যাইতেছে।

পৃথিবীর প্রতিক্রিয়া যে সকল কৃত্রিম গোলক প্রস্তুত হইয়াছে তাহার একটা লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহার মেকর ভিতর দিয়া অনেক গুলি রেখা গমন করিয়াছে। ঐ গুলিকে মধ্য-রেখা বা জ্যামিমা রেখা বলা যায়। আর নিরক্ষ-রাস্তার সমান্তরাল আর কতকগুলি রাস্তাও মেকদ্বয়কে বেষ্টিত করিয়া ঐ গোলকের উপর ক্রমশঃ বিস্তৃত হইয়া থাকে। সেই গুলিকে অক্ষাংশ-রাস্তা বলা

* এই পরিমাণ কোন প্রামাণিক গ্রন্থ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায় নাই—কিন্তু বোধ হয়, ইহাতে অধিক ভ্রম না থাকিবে। কোন বিজ্ঞ বাক্তির সহায়তায় ইহা নিরূপিত হইয়াছে।

যায়। তদনন্তর মেকর অভ্যন্ত সমীপবর্তী কোন একটা অক্ষাংশ-
রক্ত এবং তদন্তর্গত মধ্য-রেখাভাগ সমুদায়ের প্রতি দৃষ্টি করিলে
এমত বোধ হয় যেন, মেকর ঐ রক্তটীর কেন্দ্র, এবং মধ্য রেখা গুলি
ঐ কেন্দ্র হইতে বাহির হইয়া ব্যাসার্দ্ধ স্বরূপে ঐ রক্ত-পরিধিতে
সংলগ্ন হইয়া পড়িয়াছে। অতএব যদি ঐ গোল টেবিল লইয়া
তাহার ঠিক মধ্যস্থান হইতে চতুর্দিকে উহার পরিধি পর্য্যন্ত সরল রেখা
সকল টানা যায় তবে উহা পৃথিবীর ঐ ভাগের অনুরূপ হইল এমত
বলা যায়তে পারে। পৃথিবীর কোন ভাগ টেবিলের ন্যায় সমপৃষ্ঠ
নহে বলিয়া উক্ত সাদৃশ্যের যে বৈলক্ষণ্য বোধ হয়, তাহা অতি
সামান্য, অতএব এস্থলে ধর্তব্য নহে। বিশেষতঃ মেকর প্রদেশ কিছু
চাপা আছে, পৃথিবীর অন্যান্য ভাগ যত গোল ঐ স্থান তত গোল
নয়। যাহা হউক, এক্ষণে উক্ত টেবিলটিকে কোন ঘরের ভিতর
লইয়া উহাতে অঙ্কিত কোন রেখাকে ঐ শৃংখের একটা প্রাচীরের সমা-
স্তরাল ভাবে সংস্থাপিত করত সেই রেখার ঠিক উপর দিয়া স্থলিতে
পারে এমন করিয়া একটা দোলক রাখিয়া দাও। অর্থাৎ দুইটা কাষ্ঠি-
কার একত্র পরস্পর সম্বন্ধ করিয়া সেই কাষ্ঠিকারকে উক্ত রেখার
উভয় পার্শ্বে দণ্ডায়মান করত তাহাদিগের সন্ধিস্থান হইতে দোলক-
টিকে ঐ রেখার ঠিক উপর দিয়া দোলায়মান করিয়া দেও।

অনন্তর দোলক স্থলিতে আরম্ভ করিলে ইহাকে টানিয়া ক্রমে ক্রমে
টেবিলের চতুর্দিকে ঘুরাইয়া আন। তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে,
দোলক প্রথম রেখা হইতে যত দূর অপসৃত হউক না কেন, উহার
দোলনের দিক্ কদাচিৎ পরিবর্তিত হয় না। অর্থাৎ প্রথমেষ্টে রেখার
উপর দিয়া ঘরের যে প্রাচীরের সমান্তরাল ভাবে দোলাইয়া দেওয়া
হইয়াছিল, দোলক টেবিলের এক পার্শ্বে হইতে অপর পার্শ্বে সরিয়া
গেলেও সেই ভাবেই অবিচলিত স্থলিতে থাকে। সুতরাং ঐ টেবিলের
মধ্যস্থান হইতে যে সকল ব্যাসার্দ্ধ টানা আছে, সেই গুলির সহিত

দোলনদিকের ক্রমশঃ বৃহত্তর, বৃহত্তর কোণ জন্মিয়া থাকে । কলতঃ টেবিলের চতুর্থাংশ ঘুরিলে ঐ কোণ ৯০° অংশ প্রাপ্ত হয় ।

‘বাস্তবিক’ মেরু প্রদেশে গিয়া, একটি ক্ষুদ্র হুঁ দোলক সংস্থাপিত করিয়া রাখিলেও ঠিক এই প্রকারই দেখিতে পাওয়া যায় অর্থাৎ ঐ দোলককে একটি মধ্য রেখায় উপর দিয়া দোলায়মান করিলে ৬ ঘণ্টার পর ঐ রেখায় ঐ দোলনের দিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ জন্মে । তদপেক্ষা অল্প সময়ে অপরীক্ষিত ক্ষুদ্রতর কোণ হয় । কিন্তু টেবিলের উপর দোলককে ক্রমে ক্রমে চতুর্দিকে ঘুরাইয়া আনা হইয়াছিল বলিয়া উক্তরূপ কোণ জন্মিয়াছিল । এ স্থলে কেহ দোলককে ৩৬০ ঘোর ঘুরাইয়া আনে নাই, তথাপি কি হেতু ঐ প্রকার ঘটিল ? । অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, এস্থলে দোলক মেরুর চতুর্দিকে ঘুরিয়াছে । কিন্তু পৃথিবীতে প্রোথিত দোলক কখন পৃথিবী না ঘুরিলে ঘুরতে পারে নাই । অতএব নিশ্চিত হইল যে, পৃথিবী মেরুর চতুর্দিকে ঘুরিয়া আসিয়াছে । যদি পৃথিবী মুকুরোদর তুল্য সমতল হইত তাহা হইলে মধ্য-রেখা হওয়াতে পৃথিবীর সর্ব স্থানেই এই ব্যাপার পরীক্ষা করিয়া লওয়া যাইতে পারিত, কিন্তু পৃথিবী সমতল নহে । এই জন্য মেরু হইতে যত দূর উত্তর বা দক্ষিণে যাওয়া যায়, ততই উক্ত কোণ ক্রমশঃ ক্ষমতর হইতে থাকে, এবং ঠিক নিরক্ষ বৃত্তের উপর ঐ কোণ কিছুই হয় না ; তথায় দোলককে যে মধ্য-রেখার উপর দোলায়িত করা যায়, উহা তাহারই উপর দিয়া সর্বক্ষণ ঘুরিয়া থাকে, কিন্তু নিরক্ষবৃত্তের কিঞ্চিৎ উত্তর বা দক্ষিণে পরীক্ষা করিয়া দেখিলে উক্ত ব্যাপার স্পষ্টরূপে প্রতীত হইতে পারে ।

যে স্থানে এই পরীক্ষা করিতে হইবে, তথায় একটি সুদীর্ঘ দোলক প্রস্তুত করিয়া ঐ স্থানের মধ্য-রেখা নিশ্চয় করত * তাহার উপর দিয়া

* কোন স্থানের মধ্য-রেখা নিশ্চয় করিতে অধিক কঠিন নয়, বিয়ব দিনে অথবা আধিন চৈত্র-মাসের ১০ দিবসে কোন অনাবৃত ভূভাগে একটি কাঠিকা প্রোথিত কর। বেলা

দোলপিণ্ডকে দোলায়মান করিতে হইবে, তাহা করিলে কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে যত ভরও পরিমিত কোণ হইতে পারে তাহা নিশ্চয় করা আবশ্যিক। সেই কোণের যে পরিমাণ অক্ষাংশেরও সেই পরিমাণ।

এস্থলে ইচ্ছাও বলা আবশ্যিক যে; মাসিক সূর্যের তারতম্য প্রযুক্ত যেমন পৃথিবীর সর্বস্থলে একদোলকের সম্যক কালে আমোলন হয় না, তেমনি উৎকৃষ্ট বা নিম্নগুণ পদার্থ সমস্তেরও সর্বদেশে সমান বেগে ভূমিতে পতন হয় না। কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে মেক প্রদেশে নিম্নগুণ দ্রব্য যত বেগে আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে নিরক্ষ দেশে-তত বেগে স্পর্শ করে না। দোলকের দৈর্ঘ্য এবং নিম্নগুণ বস্তুর পতন স্থান এ উভয়ে ত্রুটি বিচিত্র সম্বন্ধ আছে, তাহার দ্বারা ঐ দুইয়ের মধ্যে কোন একটির পরিমাণ জানা থাকিলে অন্যটিরই অপরটি প্রকাশিত করিতে পারা যায়।—যদি প্রথম সেকণ্ডে কোন নিম্নগুণ বস্তু কোন দেশে কত ফুট পড়ে ইহা জানা যায় তবে সেই অঙ্ক সংখ্যাকে ৪১১২ দ্বারা ভাগ করিলেই উক্ত দেশের ঘটিকা যন্ত্রের দোলকের দৈর্ঘ্য যত ইঞ্চি হইবে তাহা স্থির হইয়া থাকে। আর যদি তথাকার এক সেকণ্ডে একবার-গামো দোলকের দৈর্ঘ্য কত ইঞ্চি ইহা জানা থাকে, তবে সেই ইঞ্চি সংখ্যাকে ৪১১২ দ্বারা গুণ করিলেই ঐ দেশে নিম্নগুণ বস্তু প্রথম সেকণ্ডে কত ফুট পড়ে তাহাও নিশ্চয় অবধারিত হইয়া থাকে। দোলক সম্বন্ধে

দুই প্রহরের পূর্বে কোন সময়ে কাঠিকার ছায়া কত দূর পড়ে দেখিয়া সেই ছায়া প্রমাণ ব্যাসার্ধ এবং ঐ শঙ্কুর মূলকে কেন্দ্র করিয়া একটি বৃত্ত টানিয়া রাখ। পরে দুই প্রহরের পর আবার কোন সময়ে ঐ শঙ্কুর ছায়া, ঐ বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করে অর্থাৎ পূর্বোক্ত শঙ্কুর ছায়ার ঠিক সমান হয় তাহা বিশেষ করিয়া দেখ। অনন্তর পূর্বোক্ত বৃত্তে দুই ছায়া ব্যাসার্ধ হইয়া যে একটি বৃত্তাংশ হইল, সেই বৃত্তাংশের পরিধিকে সমান দুই ভাগে বিভক্ত কর; পরে শঙ্কুর মূলদেশ হইতে ঐ ছেদ স্থানে ফাঁকরন রেখা টানিলে তাহাই মধ্যরেখার অতিক্রম হইবে।

গণিত সম্পৃক্ত যাহা যাহা কথিত হইল কতিপয় প্রশ্নের উপপত্তি দ্বারা তাহা অধিকতর স্পষ্ট করা যাইতেছে।

১ প্রশ্ন। কলিকাতায়, ভূগুণে এবং নিরক্ষরস্থে নিক্ষিপ্ত বস্তু প্রথম সেকণ্ডে কোথায় কত ফুট পড়ে? এস্থানে জানিতে হইবে যে, কলিকাতায় দোলক ৩৯.০৫৫ ইঞ্চি;

অতরাং $৩৯.০৫৫ \times ৪১১২ = ১৬.০৪৯$ ফুট অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ৫ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক।

লণ্ডনের দোলক ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি, অতএব $৩৯.১৩৯ \times ৪১১২ = ১৬.০৯৪$ ফুট—অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ১ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক।

নিরক্ষর দোলক ৩৯.০২১ ইঞ্চি; তবে $৩৯.০২১ \times ৪১১২ = ১৬.০৪৫$ ফুট—অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ২ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অল্প।

২ প্রশ্ন। নিরক্ষরস্থে ১ই সেকণ্ডে একবার মাত্র হুলিবে যে দোলক তহোর দৈর্ঘ্য কত হইবে?।

এক্ষণে দৈ : দৈ = কাঃ কাঃ এই সূত্র স্মরণ করিয়া অঙ্ক পাতন করিতে হইবে। যথা—

$$১ঃ (১ঃ) ২ = ৩৯.০২১ঃ দৈঃ$$

$$\therefore দৈ = ৩৯.০২১ \times (১.৫)^২ = ৩৯.০০১ \times ২.২৫ = ৮৭৮ \text{ ইঞ্চি প্রায়,}$$

অথবা $৮৭৭ \div ১২ = ৭৩$ ফুট।



সপ্তম অধ্যায় ।

ভার কিরূপে জানা যায়?—ভার-মধ্যস্থান নিরূপণ করিবার উপায় কি?—নিয়তাকার ধরাতলের ভার-মধ্য কিরূপ হয়?—নিয়তাকার ঘন অব্যোর ভারমধ্য কোথায়?

কোথায় হয়?—অব্যোর স্থায়ী-ভাব, অস্থায়ী-ভাব এবং ক্রীড়-ভাব

কোন—নানা উদাহরণ।]

কোন অব্যোর কত ভার ঠিক বোধ হওয়া যে, দর্শন, শ্রবণ, ঘ্রাণ রসনা প্রভৃতি কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা হইতে পারে না উহা বলি বাহুল্য।

উক্ত প্রত্যক্ষ সচরাচর অগ্নিস্থির কার্য বলিয়া উল্লিখিত হইয়া থাকে, কিন্তু তৎ দ্বারা কে উষ্ণ, কে শীতল, কে বৃষ্ণুর, কে মন্থন, আর কোন দ্রব্য কঠিন বা কোন দ্রব্য জোমল ইহাই বুঝিতে পারা যায়। ফলতঃ কোন দ্রব্যের গায়ে হাত বুলাইয়া যাঁহা যাঁহা জানিতে পারা যায়, জড় পদার্থের, ত্রাদৃশ গুণ সকলই অগ্নিস্থির প্রোহ বলিতে হইবে। কিন্তু কোন পদার্থ গুরু কে বা লঘু তাহা কু্যাপি সেই সেই দ্রব্যের গায়ে হাত বুলাইয়া বুঝিতে পারা যায় না। সুতরাং ইহাকে পঞ্চ-বিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত প্রত্যক্ষ বলিতে হইবে*। দ্রব্যের গুরুত্ব অনুভব করিতে হইলে তাহাকে হস্ত দ্বারা বা অন্য কোনরূপে তুলিয়া বুঝিতে হয়। কিন্তু কোন দ্রব্যকে তুলিতে হইলেই আমাদিগের শরীরস্থ মাংসপেশীতে টান পড়ে। যে দ্রব্য তুলিতে যত টান পড়ে তাহাকে তত ভারী বোধ হয়।

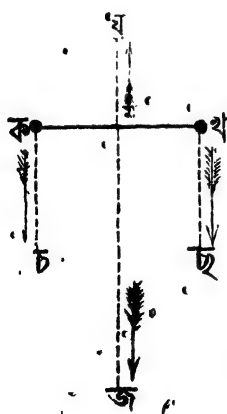
আমাদিগের শরীরান্তর্গত যত প্রকার স্বেদবৎ গদীর্থ আছে, সকলেরই সাধারণ নাম শিরা; সুতরাং শিরা অনেক প্রকার। তন্মধ্যে মাংসপেশী ও এক প্রকার শিরা। এই হেতু মাংসপেশী দ্বারা যেরূপে জ্ঞান হয় তাহাকে শৈরজ্ঞান বলা যাইতে পারে। অন্তএব ভার শৈর প্রত্যক্ষ দ্বারা অনুভূত হয়। অন্য কোন ইন্দ্রিয় ঐ জ্ঞানের উদ্বোধক হইতে পারে না।

এক্ষণে কোন দ্রব্যকে তুলিতে হইলে যে, মাংসপেশীতে কি জন্য টান পড়ে, তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে;—পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল। সেই প্রবল আকর্ষণের প্রভাবে সকল জড় পদার্থই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখ-গামী হইতে চাহে। সুতরাং যদি, আমরা উহাদিগের ঐ গতি নিবারণ করিতে বাঞ্ছা করি, তবে পৃথিবী যে বলে

* “ভাষাপরিচ্ছেদ” নামক সংস্কৃত গ্রন্থে ভারকে অগ্নিস্থির বলিয়া উল্লেখ করিয়াছেন; অন্তএব ভারজ্ঞান যে পঞ্চবিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত একথা প্রাচীনদিগেরও অমুদিত বটে।

উহাকে আকর্ষণ করিতেছে, সেই পরিমাণে প্রতিকূল বল বিনিয়োগ করা আবশ্যিক হয় ; সুতরাং তাহা প্রয়োগ করিতে গেলেই মাংস-পেশীতে টান পড়ে। যেমন কোন রজ্জুর দুই দিক ধরিয়া দুই জনে টানিতে থাকিলে সেই রজ্জুতে টান পড়ে, এই স্থলেও অবিকল সেই-রূপ আমাদের মাংস-পেশীতে টান পড়িয়া থাকে, শরীরের মাংস-পেশী সকল রজ্জু স্বরূপ। কোন ব্রহ্মতুলিতে গেলেই তাহাদিগকে পৃথিবী এক দিকে টানে এবং আমরা তদ্বিপরীত দিকে টানিতে থাকি।

পৃথিবী যে বস্তুকে আকর্ষণ করে, সেই বস্তুর প্রতি পরমাণুকেই পৃথকরূপে আকর্ষণ করিয়া থাকে। কিন্তু আমরা যখন ঐ বস্তুকে তুলিয়া রাখি, তখন উহার প্রতি কেবল একটি মাত্র বল প্রয়োগ করিয়া থাকি। অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, পৃথিবীর সকল আকর্ষণ গুলি মিলিয়া একটি স্বাকর্ষণের ন্যায় কার্য্য করে। নচেৎ একটি মাত্র প্রতিকূল বল কদাপি ঐ সকল আকর্ষণের সমান হইতে পারিত না।



পার্শ্ববর্তী চিত্রে দৃষ্টি করিয়া দেখ যেন, 'ক' ও 'খ' দুইটি পরমাণু মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে 'ক' এবং 'খ' অভিমুখে সাক্ষাৎ হইতেছে। কিন্তু কোন কারণ বশতঃ 'ক' এবং 'খ' ইহারা পরস্পর এমত রূপে সম্বন্ধ হইয়া আছে যে, কেহ কাহাকে ছাড়িয়া যাইতে পারে না। যদি ঐ 'ক' এবং 'খ' 'ম' স্থান হইতে উদ্ধৃতাগে আকৃষ্ট হয়, এবং তদ্বারা উহাদের নিম্ন গতির

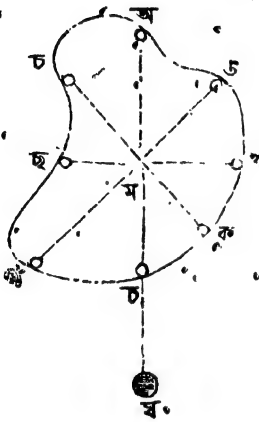
প্রতিরোধ হয়, তবে অবশ্য বলা যাইতে পারে যে, এক 'ম' স্থানের

‘মধ্য’ নামক বল ‘কচ’ ‘খছ’ এই দুইটি বলের সমান । উপরিস্থ চিত্রে প্রত্যক্ষ দেখা যাইতেছে যে, ঐ ‘মধ্য’ বল ‘মীজ’ বলেরও সমান, সুতরাং ‘কচ’ এবং ‘খছ’ দুইটি বল মজ্জা বলের সমান হইল ।

উক্তরূপ কারণ বশতঃই কোন সম-স্থূল লৌহ-শলাকার ঠিক মধ্যস্থানে ধরিলে, উহা স্থির হইয়া থাকে, কোনওদিকে না মিয়া পড়ে না । তাহার কারণ এই যে, ঐ শলাকার মধ্য-স্থানে দুই দিকে যত গুলি পরমাণু আছে তাহার সকলেই সম-স্ব নিম্নাভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে । সুতরাং পূর্বোক্ত নিয়মানুসারে বলা যাইতে পারে যে, ঐ সকল গুলির আকর্ষণ মিলিয়া মধ্য স্থান হইতে একটি আকর্ষণের ন্যায়, কাষ্য হইতেছে, অতএব সেই আকর্ষণের প্রতিকূল একটি বল প্রদান করিলেই সম-স্থূল লৌহ-শলাকা স্থির হইয়া থাকিবে ।

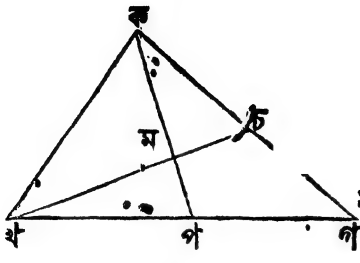
দ্রবোর গঠন যেমন হউক না কেন, সকলেরই এই প্রকার একটি স্থান আছে যে, পৃথিবী ঐ দ্রবোর প্রতিোক পরমাণুকে যে বলে আকর্ষণ করে, সেই সকল আকর্ষণ যেন ঐ এক স্থানেই কাষ্যকারী হয় । অতএব ঐ স্থান ধরিয়া রাখিলে দ্রবোটা স্থির হইয়া থাকে, আর ঐ স্থান ধৃত না হইলে উহা কোন প্রকারেই স্থির হইতে পারে না । দ্রবোর উক্তরূপ স্থানের নাম ভার-মধ্য । এক্ষণে এমত সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, যদি ভার-মধ্য স্থানেই, পৃথিবীর সকল আকর্ষণ কাষ্যকারী হয়, তবে দ্রব্য মাত্রের ভার-মধ্য অবশ্য সর্বদাই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে হইয়া থাকিবে, আর কোন প্রতিবন্ধক না থাকিলে সর্বদা ঐ সেই দিকেই যাইবে । এইরূপ বিবেচনা করিয়া, অন্যান্যসে সকল দ্রবোর ভার-মধ্য স্থান নিরূপিত হইতে পারে । দ্রব্য যে রূপ হউক না কেন, তাহার এক স্থান ধরিয়া উহাকে ঝুলাইলেই বুঝা যাইবে যে, উহার ভার-মধ্য স্থান, স্থানের নীচে, পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে হইয়া আছে । অতএব যদি ঐ সঙ্গে একটি ওজন দিড়িও ঝুলাইয়া ধরা যায়, তবে সেই ওজন দিড়ির অনুক্রম ঐ দ্রবোর

ভার-মধ্যেও খুলিয়াছে ইহা নিশ্চিত হয়। পরে পূর্বোক্ত স্থান হ্রিৎ ঐ ত্র্যেবার আর কোন স্থান পরিয়া আবার ওলন দড়ির সহিত খুলাইয়া দেখিলে ঐ দড়ি দুই বারই যে স্থান দিয়া যায়, তাহাই উক্ত ত্র্যেবার ভার-মধ্য নিশ্চিত হইয়া থাকে। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘কণ্ঠচপ’ নামক কোন একটি ত্র্যেবার উদ্ভাভে ‘অ’ ‘উ’ ‘খ’ প্রভৃতি স্থানে এক



একটি ছিদ্ৰ করিয়া তাহাতে দড়ি, বাঁধিয়া একবার ‘অ’ হইতে আর এক-বার ‘উ’ হইতে ঐ দড়ি পরিয়া পরিয়া খুলাইয়া দেওয়া গিয়াছে, এবং সেই সঙ্গে যে ‘অঘ’ নামক ওলন দড়ি পাড়িয়াছিল তাহার অনুসারে ‘অমচ’ এবং ‘উমপ’ দুই রেখা পাত করা গিয়াছে। ‘ম’ স্থানে ঐ দুই রেখার সম্পাত হইয়াছে। এইরূপে যত স্থান পরিয়া যত প্রকারে খুলান যাইবে ওলন দড়ি

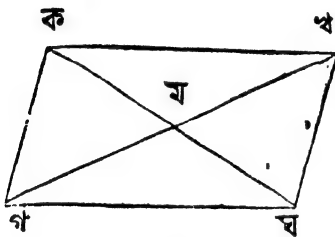
‘ম’ নামক চিহ্নের ভিত্তর দিয়াই যাইবে। অর্থাৎ ‘ম’ ই ঐ ত্র্যেবার ভার-মধ্য। ‘ম’ এর নীচে একটি সূচী দিয়া পরিণে ঐ ত্র্যেবা সূচীর উপবেগ স্থির হইয়া থাকিবে কোন দিকে পড়িয়া যাইবে না। সকল প্রকার ত্র্যেবারই ভার-মধ্য এইরূপে জানা যাইতে পারে। কিন্তু যাহাদিগের গঠন ত্রিকোণ চতুষ্কোণ প্রভৃতি কোন নির্দিষ্ট আকারে থাকে, সেই সকল নিয়তাকার ত্র্যেবার ভার-মধ্য অন্য প্রকারেও জানা যায়। তাহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে।



‘কখগ’ একটি ত্রিভুজ ধরা-
তল, উহার ‘খগ’ এবং ‘কগ’
হই ভূজকে ‘প’ এবং ‘চ’ স্থানে
সমদ্বিভাগ করিয়া ‘কপ’ এবং
‘খচ’ দুই রেখা পাত কর।

যে স্থানে ঐ দুই রেখার সম্পাত হইবে, সেই স্থানে ঐ ত্রিভুজের
ভার-মধ্য যথা ‘ম’। মাপিয়া দেখিলে ‘ম’ স্থানটী সমুদায় ‘কপ’

এর তিন ভাগ (অর্থাৎ ‘মপ’)= $\frac{১}{৩}$ ‘কপ’ হইবে।



‘কখঘগ’ একটি সমান্তরাল চতু-
ভুজ ক্ষেত্র। উহার ‘কঘ’ এবং
‘গখ’ নামক দুই কর্ণ রেখা টান।
যে স্থানে ঐ দুই কর্ণের সম্পাত
হইবে তাহাই ঐ ক্ষেত্রের ভার-

মধ্যস্থান যথা ‘ম’। এই স্থলে মাপিয়া দেখিলে জ্ঞান যাইবে যে ‘কম’

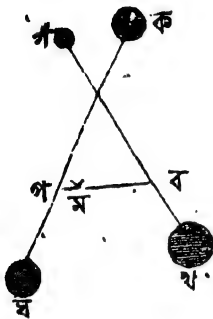
সমুদায় ‘কঘ’ এর অর্ধেক (অথবা ‘কম’)= $\frac{১}{২}$ ‘কঘ’ এবং ‘গম’= $\frac{১}{২}$ ‘গখ’

যদি কোন অতি সূক্ষ্ম একটি শলাকার দুই দিকে দুইটী ভার বন্ধ
থাকে, এবং তাহার একটি যদি $\frac{১}{২}$ সের এবং অপরটী $\frac{১}{৪}$ সের আর
ঐ শলাকাটী ৪ হাত লম্বা হয়, তবে ঐ শলাকার ভার-মধ্য কোথায়
ইহা জ্ঞানিতে হইলে শলাকাটী যত দীর্ঘ হইবে তাহাকে একটি ভার-
পরিমণ দ্বারা গুণ করিবে, এবং ঐ গুণ-ফলকে উভয় ভারের সমষ্টি
দ্বারা হরণ করিবে, তাহা করিলেই প্রথম যে দিকের ভার দ্বারা গুণ

করা যায় নাই সেই দিক্ হইতে ভার-মধ্য কত দূরে হইবে তাহা জানা

যাইবে। এক্ষণে $\frac{২ \times ৪}{২+৪} = \frac{৮}{৬} = ১ \frac{১}{৩}$ হাত ৮ অঙ্ক লি।

/৪ সের ভার যে দিকে বন্ধ আছে তাহা হইতে এত দূরে ভার-মধ্য-স্থান।



যদি চারিটি গোলা পূর্ববর্তী চিত্রের ন্যায় 'একত্র বন্ধ থাকে এবং তাহাদিগের ভার-মধ্য-

স্থান নিরূপিত করিতে হয়, তবে প্রথমতঃ পূর্ব নিয়মানুসারে 'ক' ও 'খ' এর ভার-মধ্য নির্দ্ধারিত করিতে হয়। তাহা যেন 'প' স্থানে হইল।

তাহার পর আবার ঐ নিয়মানুসারে 'গ' এর ভার-মধ্য বাহির করিতে হয়। তাহা যেন

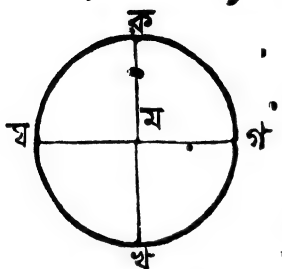
'ব' স্থানে হইল। অনন্তর বিবেচনা ক-

রিতে হইবে যে, যেন 'প' স্থানে 'ক' এবং 'ঘ' উভয়ের ভার মিলিত হইয়া আছে, এবং ঐরূপ 'ব' স্থানে 'গ' এবং 'খ' দুই ভার একত্র হইয়া আছে। এক্ষণে 'প' ও 'ব' স্থান মাপিয়া আবার পূর্ব সূত্রের অনুসারে ঐ 'প' ও 'ব' এর ভার-মধ্য বাহির করিতে হইবে। তাহা করিলেই সমুদায় চারিটি গোলার ভার-মধ্য পাওয়া যাইবে, যথা 'ম' *। ঐ 'ম' স্থানে দড়ি বান্ধিয়া ঝুলাইলে চারিটি গোলাই সমান হইয়া ঝুলিবে।

* যদি উপরিস্থ চিত্রে 'ক' /২ সের 'ঘ' /৪ সের এবং 'ক' ও 'খ' ('ক'য়ের কেন্দ্র হইতে 'ঘ'এর কেন্দ্র পর্য্যন্ত রেখা) ৬ হাত হয়; আর 'গ' /১ সের 'খ' /৫ সের এবং 'গ' ও 'খ' ('গ' এর কেন্দ্র হইতে 'খ' এর কেন্দ্র পর্য্যন্ত রেখা) ১২ হাত হয়, তবে উপরি উক্ত সূত্রানুসারে উহার এইরূপে উপপত্তি হইবে, যথা:

$$\text{'ঘ' এর ভার-মধ্য} = \frac{১ \times ৬}{১+৬} = \frac{৬}{৭} = ০ \frac{৬}{৭} \text{ হাত; } \text{'ক' ও 'খ' এর ভার-মধ্য} = \frac{১২ \times ১}{১২+১} = \frac{১২}{১৩} = ০ \frac{১২}{১৩} \text{ হাত এইরূপে 'প'}$$

অবোর আকারানুসারে তাহার ভার-মধ্য কখন সেই অবোর কোন ভাগে না হইয়া তাহার বাহিরেও পড়ে। অঙ্গুরীর গাত্র তাহার ভার-মধ্য স্থান হয় না; উহার কেন্দ্রেই ভার-মধ্য স্থান।



‘কগখঘ’ নামক অঙ্গুরীর ‘ক’ ও ‘খ’ স্থান দুইটি সূত্র দ্বারা এবং ‘গ’ ও ‘ঘ’ স্থান অপর একটি সূত্র দ্বারা বন্ধন কর। এই দুইটি সূত্রের সম্পাত স্থান ‘ম’ বিন্দুতেই উহার ভার-মধ্য হইবে। সেই ‘ম’ কে অঙ্গুরীর উ-

পর ধারণ করিলে অঙ্গুরীয় স্থির থাকে।

একটি লৌহের তার যখন সরল থাকে, তখন উহাকে মাপিয়া যে স্থান ঠিক মধ্যবর্তী হয় তাহাতে ভার-মধ্য থাকে, কিন্তু এই তারকে বাঁকাইয়া যদি অঙ্গুরীয়, অর্দ্ধাঙ্গুরীয়, বা পনুর আকার করা যায়, তবে ভার-মধ্য তারের বাহির হইয়া পড়ে।

ফাঁপা অব্য মাতেই প্রায় এইরূপ ঘটিয়া থাকে। বাক্সের ভার-মধ্য উহার ভিতরের স্থানেই হইয়া থাকে। ফাঁপা কলঙ্কেরও এইরূপ হয়। নিয়তাকার ঘন অব্যের পৃষ্ঠের এমনতর একটি সরল রেখা অনুভব করা যাইতে পারে যে, সেই রেখার প্রত্যেক বিন্দুতেই চতুষ্পাশ্বে

এবং ‘ব’ দুইটি স্থান নিরূপিত হইলে ‘প’ রেখাটি কত মাপিয়া নিশ্চিত করিতে হইবে; যদি-

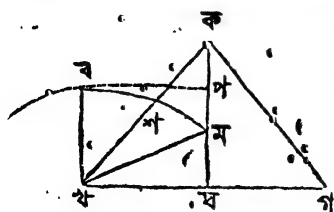
$$\text{উহাও ২ হাত হয়, তবে 'পম' = } \frac{\text{পব} \times (\text{গ} + \text{খ})}{(\text{গ} + \text{খ}) + (\text{ক} + \text{ঘ})} = \frac{২ \times (৫ + ১)}{(৫ + ১) + (৪ + ২)} = \frac{২ \times ৬}{৬ + ৬} = \frac{১২}{১২} = ১।$$

অর্থাৎ এইরূপ হইলে ভার-মধ্য-স্থান ‘প’ হইতে ঠিক ১ হাত অন্তরে হইবে। এখানে ইহাও বিবেচনা করা যাইতে পারে যে, ‘কঘ’ এবং ‘গখ’ ইহাদিগের প্রত্যেকের ভার-মধ্য ‘প’ এবং ‘ব’ বিন্দুতেই থাকিবে, কিন্তু যদি উহাদিগকে পরস্পর নিকট বা দূরতর করিয়া বন্ধন করা যায়, তবে ‘প’ রেখা উভয় সময়েই সমান না থাকিতে ‘ম’ স্থান স্থির থাকিতে পারিবে না। ফলতঃ বন্ধন কোণের নিয়মানুসারে ‘প’ এর পরিমাণ নিরূপিত করিয়া লওয়া যায়। গজের সাহায্য লইলেই তাহা অনায়াসে সিদ্ধ হয়।

পরমাণু সকল সমভাবে বিনিবেশিত হইয়া থাকে। সুতরাং তাদৃশ ঘন পদার্থের ভার-মধ্য অবশ্যই সেই রেখায় কোন এক স্থানে থাকে। সেই স্থান কোথায় তাহাও কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝিলেই নির্দিষ্ট হইতে পারে।

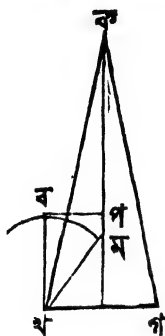
গোলাকার দ্রব্যের ভার-মধ্য কেন্দ্রে; বৃত্ত-সূচীর ভার-মধ্য তাঁহার উচ্চতাকে চারি ভাগ করিয়া তল হইতে প্রথম ভাগের উপরেই হয়, ত্রিকোণ সূচীরও ঐরূপ। স্তম্ভের অভ্যন্তরে ঠিক মধ্যস্থল দিয়া উপরি পর্যন্ত যে রেখা টানা যায় সেই রেখার মধ্য স্থলেই উহার ভার-মধ্য; ঘন-চতুর্কোণের দুই বিপরীত দিকের দুই মুখের উপর দুই কর্ণপাত করিয়া তাহাদিগের যে যে স্থলে সম্পাত হয় তাহা একটা ক্ষুদ্র শালাকা দ্বারা সংযুক্ত করিয়া দেও, সেই শলাকার ঠিক মধ্য স্থানে উহার ভার-মধ্য হইবে। এইরূপে শলাকা বিদ্ধ করিয়া নিয়তাকার সকল পদার্থেরই ভার-মধ্য নির্ণয়িত হইতে পারে।

কোন দ্রব্যের ভার-মধ্য কেমন স্থানে আছে ইহা জানিতে পারিলেই ঐ দ্রব্য ঐ স্থানে দৃঢ়তর রূপে অবস্থিত আছে কিনা, তাহাও নিশ্চয় করিতে পারা যায়। ভার-মধ্যের প্রকৃতি এই যে, উহা নিম্নে আসিতে চাহে। সুতরাং উহার সহিত নিম্ন ভাগের যতদূর সংযোগ হইয়া থাকিবার সম্ভাবনা যদি কোন দ্রব্যে তাহাই থাকে, তবে দ্রব্যের ঐ অবস্থাকে স্থায়ী-ভাব বলা যায়। কিন্তু যদি তাহা না থাকে, তবে উহার অস্থায়ী-ভাব বলা গিয়া থাকে। ইহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে। ‘কথগ’ একটি ত্রিকোণ সূচীদ্রব্য। উহার ভার-



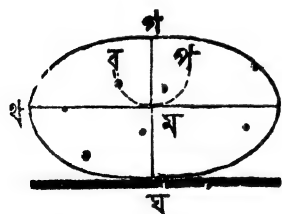
মধ্য স্থান ‘ম’। ঐ ‘ম’ যত নীচে থাকিতে পারে তাহাই অস্থায়ী। যদি ঐ ত্রিকোণ সূচীকে অন্য কোন প্রকারে অবস্থিত করিতে হয়, তবে

এমত করিয়া ঠেলিয়া দেওয়া আবশ্যক, যাহাতে 'খ' স্থানটী 'মশব' রেখা ক্রমে যার ঠিক কিন্তু তাহা 'করিতে' গেলে 'ম' কে উদ্ধ করিয়া তুলিতে হয়। পরন্তু নিম্নাতিমুখে 'গাম' করাই 'ম' এর স্বাভাবিক ধর্ম। সুতরাং এই ত্রিকোণ-স্থচী' যেরূপে অবস্থিত আছে তাহার অন্যথা-ভাব হওয়া উহার প্রকৃতি সিদ্ধ নহে, অতএব ইহাই ঐ প্রবোর স্থায়ী-ভাব। বস্তুতঃ এইরূপ ত্রিকোণ-স্থচীকে উল্টাইয়া ফেলিতে অধিক বলের আবশ্যকতা রাখে।



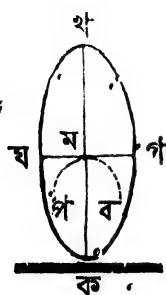
এই ত্রিকোণ-স্থচীও স্থায়ীভাব আছে, বটে, কিন্তু পূর্বোক্ত প্রবাপেক্ষা অপ্তর। কারণ ইহাকেও উল্টাইয়া ফেলিতে হইলে 'ম' স্থানকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিতে হয়। কিন্তু পূর্ব প্রতিক্রিয়াতে উহাকে যত উন্নত করিতে হয়, এই স্থলে তত হয় না। যেহেতু প্রত্যক্ষ দেখা যাইতেছে যে, পূর্ব প্রতিক্রিয়াতে 'খম' স্থান

রেখা যত বড় এই স্থলে উহা তত দীর্ঘ নহে।



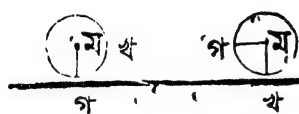
এই একটা ডিম্বাকার 'প্রব', (পাশ্চাত্য চিত্রে) 'ম' উহার ভোর-মধ্য। 'ক' স্থানে চপ দিয়া যদি 'ম' কে 'প' পর্যন্ত উত্তীর্ণ করা যায়, তবে ঐ চাপ ছাড়িয়া দিলে 'ম' স্থান

স্বভাবতঃই নিম্নে যাইয়া প্রবটীকে পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত করে। অতএব এই প্রবোর ভোর-মধ্য 'প' পর্যন্ত উঠিলে কোন প্রকারেই স্থির হইয়া থাকা কিতে পারে না, আর তাহাতে প্রবটীও অবস্থান্তরও ঘটে না, এই জন্য ইহাকে উহার স্থায়ীভাব বলা যায়। কিন্তু যদি ডিম্বাকার প্রবকে



(পাখি'র চিত্রবৎ) উহার দীর্ঘ ব্যাসের উপর স্থাপিত করা যায়, তবে 'ম' স্থানি হইতে কিঞ্চিৎখাত সরিলেই ভার-মধ্য 'প' বা 'ন' এর দিকে নীচ হইয়া আইসে। সুতরাং 'ম' স্থায় কদাপি উখিত হইতে না পারাতে দ্বাবাটা স্থির না থাকিয়া অবশ্যই পড়িয়া যায়, অর্থাৎ পূর্বে উহার যে প্রতিকৃতি প্রদর্শিত হইয়াছে সেই রূপে অবস্থিত হইয়া থাকে। অতএব ইহা ঐ দ্রবোর 'অস্থায়ী-ভাব'।

কতগুলি দ্রব্য এমত আছে যে, তাহাদিগের স্থায়িত্বস্থায়িত্বের কিছুই বিশেষ হয় না। যে রূপে রাখ সেই রূপেই সমান থাকে। অল্প বল প্রয়োগ করিলেই পূর্বাবস্থাত্যত হয়, কিন্তু এমত কোন নূতন অবস্থাও প্রাপ্ত হয় না যে, তাহা পরিত্যাগ করিতে পূর্বাপেক্ষা অধিক হলের প্রয়োজন করে। গোল বস্তুর অবস্থা ইহারই সম্পূর্ণ দৃষ্টান্ত স্থল।



'খগ' একটি ভাঁটা। উহাকে
কিঞ্চিৎখাত ঠেলিয়া দিলেই

উহা গড়াইয়া যায়। কিন্তু আবার যেখানে যাইয়া উপস্থিত হয়, সেখানেও ঠিক পূর্বভাবে থাকে। ইহার নাম ক্লীব-ভাব। দ্রব্য সমস্তের স্থায়ী এবং অস্থায়ী ভাবের উদাহরণ অনেক আছে, তন্মধ্যে কতিপয়ের এস্থলে উল্লেখ করা যাইতেছে।

যখন কোন ব্যক্তি এত পায়ে দাঁড়াইয়া থাকে, তখন তাহার শরীরের আধার ভূমি কেবল এক পাদ পরিমিত স্থান হয়। সুতরাং আধার অল্প হইলে অতি অল্পেই দ্রবোর অস্থায়ী-ভাব জন্মে। হুই

পা সংযত করিয়া দাঁড়াইলে 'আধার-ভূমি' অপেক্ষাকৃত অধিক হয়, সুতরাং পূর্বাপেক্ষা উহার স্থায়ী-ভাব হয় বটে, কিন্তু উহাও স্থিরতর নহে। কিন্তু মল্লেরা যখন, তাল ঠোঙাঠুকি করে, তখন দুই পা প্রসারিত করিয়া দাঁড়ায়। তাহাতে শরীরের আধার-ভাগ বিস্তৃত হওয়াতে অন্য বলবান ব্যক্তিবর্গে আসিয়া ক্লান্ত করিলেও শীঘ্র পতন হয় না।

যখন আমরা গমন করি, তখন সম্মুখের দিকে কিঞ্চিৎ ঝুঁকিয়া যাই। তাহা করাতে আমাদের শরীরের ভার-মধ্যে স্থান সম্মুখের দিকে সরিয়া আইসে, সুতরাং অর্পণ বলেই ঐ দিকে চলিয়া যাওয়া যায়। বাস্তবিক প্রতি পাদ বিক্ষেপে আমরা এক একবার পতনোন্মুখ হই। যত বেগে চলা যায়, ততই সম্মুখের দিকে অধিক ঝুঁকিয়া যাইতে হয়।

যখন পৃষ্ঠে কোন ভার বন্ধন করা থাকে, তখন মনুষ্যেরা সম্মুখের দিকে ঝুঁকিয়া চলে। জ্বীলোকেরা যখন জলপূর্ণ কলসী লইয়া যায়, তখন যে কক্ষে কলসী থাকে তাহার বিপরীত দিকে ঝুঁকিয়া চলে।

যখন নিম্ন ভূমি হইতে উচ্চ স্থানে আরোহণ করা যায় তখন সম্মুখের দিকে ঝুঁকিতে হয়, যখন উচ্চস্থান হইতে নিম্নে আসিতে হয়, তখন পশ্চাদ্ধিকে কিঞ্চিৎ হেলিয়া থাকা আবশ্যক।

এই বিষয়োগুলিকে একটা বোঁতুকাবহু পরীক্ষা আছে, যখন আমরা অগ্রেকর্তী হই, তখন আমাদের শরীরের ভার-মধ্য-স্থানকে অগ্রবর্তী করিতে হয়, কিন্তু যখন আমরা শরীরকে নত করি, তখন ঐ ভার-মধ্য স্থানকে কিঞ্চিৎ পশ্চাদ্ধাগে অপস্থত করা আবশ্যক। সুতরাং শরীরকে অবনত করিতে হইলে পশ্চাৎ দিকের কিঞ্চিৎ স্থান না থাকিলে কোন প্রকারেই পারা যায় না। অতএব যদি কোন ব্যক্তিকে প্রাচীরের গায়ে পিঠের ঠেস দিয়া দুই পা সংযত করিয়া এবং পায়ের ও দুই গোড়ারিকে ঐ প্রাচীর এবং মেজায় সমান করিয়া ঠেকাইয়া

দাঁড়াইতে বলা যায়, আর তাহার সম্মুখে টাকা রাখিয়া বলা যায় তুমি পান্না সরাইয়া যদি ঐ টাকা কুড়াইয়া লইতে পার, তাহা হইলে টাকা তোমারি হইবে, এমত বলিলে টাকা সাইবার কোন সম্ভাবনাই নাই। কারণ ঐ ব্যক্তি যদি পান্না এবং পিঠ নিয়মিতরূপে রাখিয়া থাকে, তবে কোন ক্ষেত্রেই টাকা লইবার নিমিত্ত শরীর অবনত করিতে পারিবে না।

চতুর্পদী জন্তুদিগের চারিটি পদকে কোন চতুর্ভুজ ক্ষেত্রের কোণ স্থানরূপে বিবেচনা করিয়া উহার মধ্যে যদি দুইটি কর্ণ রেখা টানা যায়, অর্থাৎ সম্মুখের দক্ষিণ পদে এবং পশ্চাতের বাম পদে ও সম্মুখের বাম পদে এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদে সংযোগ করিয়া দুইটি রেখা টানা যায়, তবে ঐ কর্ণের সম্পাত-স্থলের প্রায় ঠিক উল্লভাগেই উহার শরীরের ভার-মধ্য নিরূপিত হইয়া থাকে। অতএব যখন ঐ জন্তু চলে তখন একবার সম্মুখের দক্ষিণ পদ এবং পশ্চাতের বাম পদ উত্তোলন করিয়া উক্ত দুই কর্ণ-রেখায় একটীর উপরে ভার-মধ্য সরাইয়া আনে, আবার যখন সম্মুখের বাম পদ এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদ লইয়া আইসে তখন উক্ত দ্বিতীয় কর্ণ-রেখার উপর শরীরের ভার-মধ্য স্থানকে অগ্রবর্তী করিয়া দিয়া ঐ জন্তুর গমন-ক্রিয়া সহজেই সম্পন্ন হয়।

যখন বেদেরা বাঁশবার্জি করে, অথবা দড়ির উপর দিয়া চলিয়া যায় তখন উহার আপনাদিগের শরীরের ভার-মধ্যকে ঠিক দড়ির উপরে রাখিবার অভিপ্রায়ে একটি দীর্ঘ যষ্টি হাতে ধরিয়া থাকে। ঐ যষ্টির দুই পার্শ্বে দুইটি ভারী জব্য বাঁধা থাকিলে রজ্জুর উপর দিয়া চলা আরও সহজ হয়। কারণ ভারী জব্য দুই পার্শ্বে থাকাতে তাহা-দিগের ভার-মধ্য-স্থান দড়ির উপরেই পড়ে। ঐ যষ্টি হাতে না করিয়া বেদেরা কদাপি বাঁজিকরিতে পারে না।

কোন কোন প্রাণুকার কহেন যে, পূর্বকালের গ্রীক এবং রোমীয় বাঁজিকরেরা হস্তীর উপর আরোহণ করিয়া সেই হাতিকে দুই দিকে

দুই কৌলকে বদ্ধ শৃংগোপরিস্থ কাছির উপর দিয়া চালাইত। হস্তী
স্বয়ং অতিশয় ভারী জন্তু; উহার ভারমণ্ডা-স্থায় একবার দড়ির উপর
হইতে কোন দিকে সরিলে তাহার বিপরীত দিকে সামান্য ভারী কোন
জব্যাকে বাঁড়াইয়া দিলেই ভার-মধ্য সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হইতে পারে না;
অতএব যাহারা এইরূপ বাজী করিত তাহাদিগের এবং তাহাদের হস্তী
সমস্তের অলৌকিক শুল্কিক। হইয়াছিল বলিষ্ঠ হইবে। কিন্তু যাহা-
হউক যাহারা এই অভূতব্যাপারদর্শন করিতেন তাহারাও 'যে উহাকে
ভোজ বিদ্যা, অথবা 'মন্ত্ৰবল' বোধ করিতেন না ইহাই অশ্রুত্ব্য!

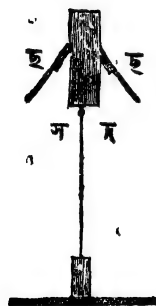
এক প্রকার খেলনা আছে, তাহাতে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে
লক্ষিত হয়। উহার নির্মাণকারীরা টিনের পাত লইয়া তদ্বারা একটা
ক্ষুদ্র পুতলিকা প্রস্তুত করে, সেই পুতলিকার দুই হস্তের উপর দিয়া
একখানি সৰু টিনের পাত থাকে, এই পুতলিকার পায়ের দিক অর্থাৎ
স্থল, তথাপি পুতলিকাকে যেমন করিয়া ফেলা যায়, উহা সেই স্থল
পাতের দিকেই ষাড়া হইয়া দাঁড়ায়।



তাহার কারণ এই যে 'ক' 'খ'
দুইটা কক্ষক 'দুই' পার্শ্বে থাকতে
এ সমুদায় ক্রীড়নকের ভার-মধ্য

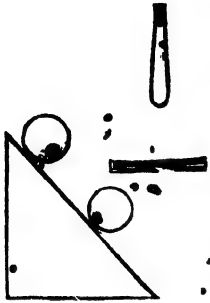
হইতে পৃথিবীর কেন্দ্রাতিমুখে যে রেখা যায় তাহা 'প'-নামক স্থল
স্থানের ভিতর দিয়াই গমন করে। সুতরাং উক্ত জব্য এই স্থানের
উপর বই আর কোন প্রকারে স্থায়ী-ভাবে প্রাপ্ত হইতে পারে না।
বালিকদিগের ঝাঁপও ঠিক এইরূপ কাণ্ড করে। পূর্বোক্ত রূপে
ক্রীড়নক প্রস্তুত করিলে তাহাকে একটা স্থায়ী অগ্রভাগে রাখিয়া
সম্মুখে স্থাপিত করিতে পারা যায়, তাহাতে উহার পতন হয় না।

এইরূপ ক্রীড়নকো বিষয় প্রকারান্তরেও দেখাইতে পারা যায়। এক খণ্ড লম্বা সোলা বা কণ্ঠ লইয়া উহার দুই দিকে দুই খানি ছুরিকা ত্র্যকোণভাবে বিদ্ধকর, আর ঐ কানের নীচে ঠিক মধ্য স্থলে একটি সিক বা ছুরানির অর্ধেক বঁধিয়া দেও। সেই ছুরানির পাত্রে এমন একটি স্থান আছে, যথায় স্ত্রীর মুখ দিয়া ধরিলেও সেই স্ত্রীর মুখে উপরিস্থ সমুদায় স্রাবাটী স্থির হইয়া থাকিবে। যদি ফুৎকার দিয়া, অথবা সাবপান পূর্বক হাত দিয়া উহাকে ঘুরাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলেও ঐ স্ত্রীর মুখের উপরেই ঘুরিতে থাকিবে, পড়িয়া যাইবে না। আর একটি স্ত্রীকে ঠিক লম্বাভাবে বিদ্ধ করিয়া তাহার মুখের



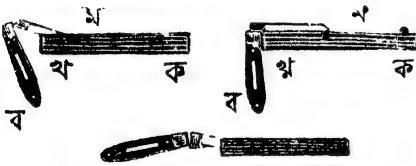
উপর প্রথম স্ত্রীকে রাখিয়াও ঐরূপে ঘূর্ণিত করা যায়। আর এক প্রকার ক্রীড়নক আছে, তাহাও এই ভার-মধ্যের প্রকৃতি বিবেচনা করিয়া নির্মিত হইয়া থাকে। সব পাঁকাটী, খাবড়া, পালক অথবা তাদৃশ অন্য কোন পদার্থের ভিতরের এক দিকে ক্রিষ্ণ সীসক বা অন্য কোন ভারী স্রাব্য বদ্ধ করিয়া রাখিতে হয়, তাহা করিলেই উহার

ভার-মধ্য-স্থান এক প্রান্তে আইসে, সুতরাং যদি তাদৃশ পাঁকাটী বা খাবড়াকে শুয়াইয়া রাখা যায় তাহা হইলে সে কদাপি তেমন ভাবে থাকে না, বোধ হয় যেন আপনা হইতেই উঠিয়া বইসে। ফলতঃ 'ভার-মধ্যস্থান সর্বদা নিম্ন গামী হয়' এই জ্ঞানই তাদৃশ ব্যাপার লটে। একটি কাঠের গোলার এক দিকে ছিদ্র করিয়া তাহার ভিতর সীসক পুরিয়া দিলে সেই দিক অত্যন্ত ভারী হয়, এবং ভার-মধ্য-স্থানও সেই



দিকের নিকট হইয়া আইসে । অতএব তাদৃশ কল্পকের ঐ ভারী দিকটিকে উদ্ধ-মুখ করিয়া যদি কোন প্রদর্শন ভূত্বগের উপর রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে ঐ গোল গড়াইয়া ঐ স্থানের উপরের দিকে উঠে । স্বতন্ত্র উহার ভার-মধ্যস্থান নামিয়া আইসে, তাহাতেই গোলার উদ্ধ দিকে তাদৃশ গতি হয় ।

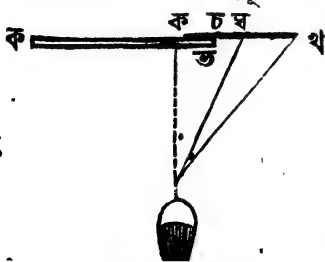
ভার-মধ্যস্থানটি গ্লত হইলেই প্রবোর পতন হয় না ইহা আর এক প্রকারে প্রদর্শিত হইতে পারে । অমেকেই দেখিয়াছেন যে একখানি ছুরির মুখ অন্ধক মুড়িয়া যদি তক্তাপোশের বা ডেক্সের ধারে ধারাল মুখটিকে রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে রাখিয়া দিবারাত্র বোধ হয় যেন



ঐ ছুরির বাঁটের দিক আপনা হইতেই কিঞ্চিৎ ভিতর দিকে আইসে,

তাহার কারণ এই যে ঐ ছুরির ভার-মধ্যস্থান যত নিম্নে বাইতে পারে তাহা যতক্ষণ না যায়, ততক্ষণ উহা স্থায়ী-ভাব প্রাপ্ত হয় না ।

যদি ছুরির ফলে এবং বাঁটে সমকোণ হয় এমন করিয়া মোড়া যায়, তবে সমুদায় ফল সহ তক্তার উপরিভাগ ঠেকিয়া না থাকিলে ছুরি পড়িয়া যায়, যদি স্থূল-কোণ করিয়া মোড়া যায়, তবে ছুরি কোন



প্রকারেই ঐরূপে ঝুলিয়া থাকে না, উহাকে বশত্রে বিধিয়া রাখিলে তবে থাকে । কিন্তু যদি ফলে এবং বাঁটে স্থূল কোণ কর, তবে কোণ বীত স্থূল করিবে ততই ফলের অংশভাগ তক্তার উপর ঠেকিয়া থাকিলেই ছুরি

দ্বিধা থাকিবে কোন প্রকারে পড়িবে না। এই পরীক্ষাটী করিয়া দেখিলেই আর একটি বিষয়ের পরীক্ষা করিতে পারা যায়। দুইখানি বাথারি লইয়া পূর্বপৃষ্ঠের চিত্রানুরূপ পরস্পর খুড়িয়া বান্ধ, অর্থাৎ ‘ক’ এক খানি বাথারি এবং ‘খ’ হইতে ‘যে’ রেখা নীচের দিকে আসিয়াছে তাহাই যেন দ্বিতীয় খানি; আর ‘য’ হইতে ‘যে’ রেখা নীচে আসিয়াছে, তাহা যেন এক গাছি সূত্র; এইরূপ থাকিয়া দ্বিতীয় বাথারি এবং সূত্রের সংযোগ স্থলে সিকা বান্ধিয়া কোন ভারী জ্বাঝুলাইয়া দেও; এইরূপ করিয়া যদি ‘ক’ বাথারির ‘কচ’ ভাগ মাত্র ‘বতি’ নামক তক্তার উপর ঠেকাইয়া দেওয়া যায় তথাপি সেই অতাপ্প মাত্র অবলম্বনেও উক্ত ভারী জ্বাঝুলাইয়া সমস্ত সমুদায় বাথারিটী চিত্রের অনুরূপ হইয়া স্থলিতে থাকিবে। তাহার কারণ এই যে, উহাদিগের ভার-মধ্যস্থান হইতে যে লব্ধ রেখা নিম্নে পাতিত হয়, তাহা ‘কচ’ স্থানকে ভেদ করিয়া যায়, কন্যাচি তাহার বাহিরে পড়ে না। সুতরাং ইহাই উহাদিগের স্থায়ী-ভাব।

অনেকেরই জানা আছে যে, জাহাজের বোঝাই খালি হইয়া গেলে জাহাজ ঝাঁকু হইয়া পড়ে, এই জন্য কখন খালি জাহাজ চালাইয়া না। অন্য ভারী বোঝাই স্থান থাকিলে জাহাজের নীচে বালি, পাথর প্রভৃতি ভারী জ্বাঝুলাইয়া নীচ ভাগ অধিক ভারী করিয়া লয়। তাহা করিলেই জাহাজের ভার-মধ্যস্থান নীচে আইসে। সুতরাং উহার স্থায়ী-ভাব জন্মে। এই জন্যই নৌকার তুফান লাগিলে সেই সময় নৌকার উপর দাঁড়াইয়া উঠা অতি অবিবেচনার কৰ্ম্ম। দাঁড়াইয়া উঠিলে নৌকার ভার-মধ্যস্থান উন্নত হইয়া উঠে। সুতরাং নৌকা উল্টাইয়া পড়িবার বিলক্ষণ সম্ভাবনা হয়। এইরূপ গাড়ির ছাদের উপরে অধিক বোঝাই তোলা অকর্তব্য, তাহা তুলিলে উক্ত কারণ বশতই মধ্যে মধ্যে বোঝাই গাড়ি উল্টাইয়া পড়ে।

এই বিষয়োপলক্ষে আর একটি কথা বক্তব্য এই যে, কোন জ্বাঝুলাই

যদি বেগে ঘুরিতে থাকে এবং তাহার ভার-মধ্য-স্থান একবার উল্লার বাহিরে এবং পর-ক্ষণেই জুলায় ভিতর বা অপর দিকে বাহিরেও যায়, তথাপি জড় পদার্থ মাত্রের নিশ্চেষ্টতা গুণ থাকিতে এই অবস্থা বস্তু ক্ষণ বেগে ঘুরে ততক্ষণ পড়িয়া যায় না। লাস্টিম উহার আলের উপর যেমন ঠিক ঝাঙ্কা হইয়া ঘুরে, না ঘুরিলে কঁধনট ঠিক তেমন ঝাঙ্কা হইয়া থাকে না; ইহাতেই ঘোষ হয় লাস্টিমের ভার-মধ্য ঠিক আলের মুখের ভিতর দিয়া পড়ে না। কিস্তি তাহা না পড়িলেও উহা অত্যন্ত বেগে ঘুরিতে থাকিলে উহার ভার-মধ্যও আলের চতুর্দিকে ঘুরে, স্রুত-রাং কোন এক স্থানে স্থির হইতে না পাওয়ায় নিশ্চেষ্টতাগুণে লাস্টিমটী স্থির রহিয়া যায়। অর্থাৎ এই এক দিকে পড়িবে পড়িবে হইতে হইতেই ভার-মধ্যকে অন্য দিকে যাইতে হয়—সে দিকেও পড়িতে পড়িতে উহা আর এক দিকে যাইয়া উপস্থিত হয়। স্রুতরাং বস্তুক্ষণ অধিক বেগ থাকে, ততক্ষণ লাস্টিমের পতন হয় না।

প্রশ্নমালা।

[প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের মধ্যে যে সকল গণিত-সম্পৃক্ত সূত্র শিক্ষা করিতে হয় নিম্নবর্তী অথবা তাদৃশ প্রথের উপপত্তির চেষ্টা করিলে সেই সকল সূত্রের উত্তমরূপ আলোচনা হইবে।]

১। ৩ এবং ২ প্রমিত বল হয় পরস্পর ৪৫ অংশ কোণ করিয়া কার্য্যকারী হইলে ফল কিরূপ হইবে নিশ্চয় কর। উত্তর। ৪.৬৩।

২। ক ১২সের এবং খ ৭ সের ভারী এবং তাহার উভয়েই এক দিকে ৮ ফুট ও ৫ ফুট বেগে গমন করে উহাদিগের মিলিত বেগ কত হইবে, এবং 'ক'এর বেগ কি পরিমাণে হ্রাস এবং 'খ'এর কি পরিমাণে বর্দ্ধিত হইবে ?

উত্তর। $\frac{19}{12}, 1, \frac{19}{12}$

৩। 'ক' ১১ ফুট বেগে গিয়া ৫ ফুট বেগে আগত 'খ' কে আঘাত
করাতে 'ক' এর বেগবল তৃতীয়াংশ হ্রাস হ'ল ; 'ক' এবং 'খ' এর পরি-
মাণের সম্বন্ধ কিরূপ ? উত্তর । ৩৭ : ১১

৪। সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক 'ক' এবং 'খ' নামক কন্দুক দ্বয়ের ভারের
সম্বন্ধ যথা ৪ : ৩ এবং তাহাদিগের বেগের সম্বন্ধ যথা ৫ : ৪, অতি-
ষাতির পর উহাদিগের বেগের সম্বন্ধ কিরূপ হইবে ?

উত্তর । ২৯ : ৩৬

৫। পুঁচটী অস্থিতিস্থাপক কন্দুকের ভার পরিমাণ-ক্রমশঃ
১, ৩, ৫, ৭, ৯ ; প্রথমটী ৪ ফুট বেগে গিয়া দ্বিতীয়টীকে আঘাত করিলে
শেষেরটীর বেগ কত হইবে ?

উত্তর । ৩৫
—ফুট
৫১২

৬। ২১ সেকেন্ড ধরিয়া কোন বস্তু পড়িলে তাহার পতন দূরত্ব
এবং অন্তিম-বেগ কত হয় ? উত্তর । ১৯৪৮ ; ৩৫৪ ;

৭। কতদূর হইতে এবং কতক্ষণ ধরিয়া পতন হইলে অন্তিম বেগ
৫০০ ফুট হইতে পারে ? উত্তর । ৩৮৮৩ ফুট, ১৫ই ;

৮। ১৫ সেকেন্ড ধরিয়া যে বস্তুর পতন হয় তাহার সপ্তম সেক-
ণ্ডের এবং শেষ সেকেন্ডের পতন দূরত্বের সম্বন্ধ কিরূপ ?

উত্তর । ১৩ : ২৯ ;

৯। ৪৪০ গাজ উচ্চ হইতে পড়িলে শেষ সেকেন্ডে কত দূর পতন
হয় ? উত্তর । ২৪৫

১০। কোন পতনশীল স্রবোর ৫ম সেকেন্ডের পতন-দূরত্ব তাহার
চতুর্কণ-শেষ-সেকেন্ডের পতন দূরত্বের ছয় গুণ ; সে সর্বশুদ্ধ কতদূর
পড়িয়াছে ? উত্তর । ১৫৯৭৩ ফুট

১১। পতন কালের শেষ সেকেন্ডে যদি সমুদায় পতন-দূরত্বের
তৃতীয়াংশ গমন হয় তবে সমুদায় পতন-দূরত্ব ও পতন-কাল কত
হইবে ? উত্তর । $d = ৪৭৭.৯$; $k = ৫.৪৪৯$;

১২। ৪০০ ফুট উচ্চ কোন স্থান হইতে একটি দ্রব্য নিক্ষিপ্ত হইল,
 ঐ দ্রব্য ৫০ ফুট ঝামিয়া আশ্রিত হইয়া একটি নিক্ষিপ্ত হইল, উভয়ে
 একই সময়ে আসিয়া ভূমি স্পর্শ করিল, দ্বিতীয় দ্রব্য নিক্ষেপ-বেগ
 কত প্রদত্ত হইয়াছিল? উত্তর। ৭২.২৫

১৩। ৪৫ স্তম্ভ কোণে কোন দ্রব্য নিক্ষিপ্ত হইয়া ৫০০ ফুট
 অন্তরে পতিত হইল, উহার নিক্ষেপ জনিত বেগ পরিমাণ, গতি
 উচ্চতা এবং গমন কাল কত?

উত্তর। $v=12.6$; $U=12.5$ ফুট, $h=5.903$;

১৪। কোন সম-দ্বিবাহু ত্রিভুজের বাহু পরিমাণ ২০, ২০, ১২,
 উহার শীর্ষ কোণ হইতে ভার-মধ্যের দূরত্ব কত। উত্তর। ১১.৭৪,

১৫। ক, খ, গ, তিনটি দ্রব্যের ভার পরিমাণ ক্রমশঃ ৩, ২, ১,
 এবং 'কখ'=৫, 'খগ'=৪ 'গক'=২; গ হইতে ভার-মধ্যের দূরত্ব নিরূ-
 পণ কর। উত্তর। ১.৩৯৪৪,

১৬। কোন সম-চতুর্ভুজের পরিমাণ ২০ ইঞ্চি, উহার চারিটি
 কোণে ১, ৩, ৫, ৭ পরিমিত ভারবিশিষ্ট চারিটি দ্রব্য সংস্থাপিত
 হইয়াছে; ১ যে কোণে আছে তাহা হইতে ভার-মধ্য কত দূরে
 হইবে। উত্তর। ১৮.৪২৭৫

১৭। ৬ এবং ৮ ইঞ্চি পরিমিত কোটি এবং ভুজ বিশিষ্ট সম-কোণ
 ত্রিভুজের তিনটি ভুজের উপর সম-চতুর্ভুজ অঙ্কিত করিয়া সম-কোণ
 হইতে ঐ ক্ষেত্রের ভার-মধ্য কতদূরে হইবে নিরূপণ কর।

উত্তর। ৫.০৫৯.

যন্ত্র-বিজ্ঞান ।

প্রথম অধ্যায় ।

[যন্ত্র কি?—বল কি?—ক্ষয় কি?—বল এবং ভার পরিমাণের রীতি কি রূপ?]

যে সকল উপায় দ্বারা এক স্থানে প্রযুক্ত বল স্থানান্তরে ভিন্নরূপে কার্যকারী হয়, তাহাকেই যন্ত্র বলা যায়। টেকির এক দিক্ পায়ে করিয়া চাপিলে তাহার অন্য দিক্ উচ্চ হইয়া উঠে এবং সেই মুখ ধান্যাদির উপর বল-পূর্ব্বক পতিত হইয়া তাহাদিগের শস্যের এবং সেই মুখ ধান্যাদির উপর বল-পূর্ব্বক পতিত হইয়া তাহাদিগের শস্যের এবং খোসার পক্ষের সংযোগ বিনাশ করে। যখন হল চালিত হয় তখন বলীবর্দ্ধ সরল রেখায় চলিয়া যায়, যে ব্যক্তি হল চালন করে সে হলের মুখ-ভাগটী মৃত্তিকায় প্রোথিত করিয়া ধরে, কিন্তু ঐ দুই বলে মৃত্তিকা বিক্ষারিত এবং বিপর্যাস্ত হইয়া দুই পার্শ্বে পড়িতে থাকে। ঘানিগাছের গৌরী অবিরত চক্রাকারে ভ্রমণ করিয়া থাকে, কিন্তু তাহার বলে উক্ত গাছের ভিতরের শর্ষপাদি মর্দিত হইয়া তৈল নিঃসৃত হয়। মনুষ্য কর্তৃক কুঠার উত্তোলিত হইয়া কোঠের উপর আহত হইলে কাষ্ঠ পার্শ্বের দিকে ফাটিয়া যায়। এই সকল স্থলে বল প্রয়োগ এক স্থানে এক প্রকারে হইতেছে, কিন্তু তাহার কার্য ভিন্ন স্থলে ভিন্ন রূপ বলের কার্যের ন্যায় প্রতীয়মান হইতেছে, সুতরাং তাহাদিগের আশ্রয়ে এই রূপ হইতেছে সেই টেকি, লাঙ্গল, ঘানিগাছ এবং কুঠার এই সকলগুলিকে যন্ত্র।

যাহা দ্বারা যন্ত্র পরিচালিত হয়, তাহাকে বল কহা যায়। বল কহা যায়। বল নানা প্রকার হইতে পারে। টেকি মনুষ্যের বলে উঠে ;

লাঙ্গল, মনুষ্য এবং বলীবর্দ্ধ উভয়ের বলে চালিত হয় ; গোবর বলে যানিগাছের শর্যপ বর্দ্ধিত হয় এবং মনুষ্যের বলে কুঠার উত্তোলিত হয় । এইরূপ, বাষ্পের বলে বাষ্পীয় শক্তাদির গমন হয়—বায়ুর বলে নোমায় জল উঠে এবং স্থিতি স্থাপক স্পিণ্ডের বলে ঘটা যন্ত্রের কাঁটা চলে যন্ত্রের যে ভাগে বলপ্রযুক্ত হয় তাহার নাম ‘প্রয়োগ-স্থান’ ।

যন্ত্র দ্বারা অসংখ্যপ্রকার কার্য সাধন হয়, কিন্তু কার্য যে প্রকার হউক না কেন, তাহার সাধনার্থ অবশ্যই উহার কোন রূপ প্রতিবন্ধক নিবারণ করিতে হয় । সেই প্রতিবন্ধকের নাম ‘ভার’ । টেকির আঘাত দ্বারা তণ্ডুলের এবং তাহার তুষের পরস্পর সংযোগ বিনাশ করা যায় । ঐ তুষ এবং তণ্ডুল যে বলে পরস্পর সংযুক্ত হইয়া থাকে, সেই সংযোগ-বলকেই ‘ভার’ কহা যায় । লাঙ্গল দ্বারা মৃত্তিকা উৎপাটিত হয় । যে বলে মৃত্তিকা সংঘত হইয়া থাকে তাহাই ‘ভার’ । যানিগাছে শর্যপ মাড়া যায় । তৈলের উপর শর্যপের থোলা যে বলে আরত হইয়া থাকে, তাহাই ‘ভার’ । যখন কোন বাষ্পীয় নোকা বাষ্পের বলে বায়ুর প্রতিকূল মুখে গমন করিতে থাকে তখন বায়ু যে বলে উহাকে পশ্চাত্তাগে আনিত্তে চেষ্টা করে এবং পৃথিবী উহাকে যত বলে আকর্ষণ করিয়া এক স্থানে বদ্ধ রাখিতে চাহে আর জলের প্রতিকূল শর্যপ যত, এই তিন প্রকার প্রতিবন্ধকই উক্ত বাষ্পীয় যন্ত্রের ‘ভার’ বলিয়া গণ্য হয় । যন্ত্রের যে ভাগে ‘ভার’ বিনাশ হয়, তাহার নাম ‘কার্য-স্থান’ ।

যন্ত্রের পরিচালক বল এবং তদ্বারা সম্পাদিত কার্যও বিবিধ প্রকার হয় । কিন্তু বল এবং কার্য এই উভয়ের পরিবর্তন করিতে হইলে সর্বপ্রকার বল এবং ভারকে এক জাতীয় করিতে হয় । কারণ এক জাতীয় না করিলে কোন প্রকারেই উহা পরিবর্তন করা যায় না ।

পারে না। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, মনুষ্যেরা দাঁড় বহিয়া নৌকা চালাই-
তেছে—পাশিল দ্বারাও বায়ু সংযোগে নৌকার গতি হইতেছে—এবং
বায়ুর বলেও নৌকা চলিতেছে—এই তিন প্রকার বলের পরস্পর
সংযুক্ত দ্বারা প্রকাশ করা আবশ্যিক। অর্থাৎ এমত বলিতে হয় যে,
পাশিল দিলে পাঁচটা দাঁড়ের কর্ম করে—বায়ুর যন্ত্র যোগে এক শত
দাঁড়ের কর্ম হয়, ইত্যাদি। এই রূপ বলিলেই বুঝা যায় যে, ঐ স্থলে
বায়ুর বল পাঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান এবং বায়ুর বল ১০০
ব্যক্তির বলের সমান। ইহারই নাম বলের একজাতি-করণ।

পণ্ডিতেরা সর্ব প্রকার বলকে একজাতীয় করিবার অভিপ্রায়ে
তাহাদিগকে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের সহিত তুলনা করিয়া থাকেন।
অর্থাৎ—তাহারা বায়ুর বল পাঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান, এমত না
বলিয়া এই বিবেচনা করেন যে, মনুষ্যের বল বা অন্য কোন প্রাণীর
বল সর্ব সময়ে সর্বদেশে ঠিক সমান থাকে না, কিন্তু মাধ্যাকর্ষণের
বল চিরকাল একই থাকে, অতএব বায়ু বা অপর কোন বল যাহাকে
কোন দিকে টানিতেছে সেই দিকে ঠিক কত ভারী দ্রব্য কোন রূপ
কৌশলে ঝুলাইয়া দিলে উহার পূর্ববৎ গতি থাকিবে; এইরূপ বিবে-
চনা করিয়াই সকল প্রকার বলকে একজাতীয় বল বিধেয় হইয়াছে।
যত ভারী দ্রব্য ঝুলাইয়া দিলে ঐ গতি থাকিবে, তাহার ভার পরিমাণই
বায়ুর বা অপর কাহার বলের পরিমাণ নির্দিষ্ট হবে। এইরূপ বিবে-
চনা করিয়া দেখিলে সর্ব প্রকার বলকেই যে, মন, সর, ছটাক ইত্যাদি
ভার-পরিমাণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তাহা স্পষ্ট দেখ হইতে পারে।
বোধ কর, যেমন একখানি কাঠের মেজের উপর কো বস্তু আছে। ঐ
দ্রব্যে দড়ি বাঁধিয়া টানা যাইতেছিল। যদি জিজ্ঞাস্য হয় যে, উহা কত
বলে আকৃষ্ট হইতেছিল, তাহা সেই প্রস্থের প্রত্যক্ষ করিবার নিমিত্ত ঐ
দড়িকে উক্ত মেজের এক পার্শ্বে ঝুলাইয়া তাহা অপর প্রান্তে একটী
বল যদি ঐ ভারে উক্ত বস্তুটী আসিতে থাকে,

এবং তাহার বেগও পূর্বের সমান হয় তবে ঐ ভারকে পরিমণ
করিয়া যত সের খা মণ বা টোকা হইবে, আমরা মেজের উপরিস্থিত
স্বাভাবিক সেই পরিমিত বলে টানিতেছিলাম ইহা নিশ্চয় বলিতে
পারি।

দ্বিতীয় অধ্যায়

[যন্ত্রের প্রকৃতি বিবেচনা করিবার রীতি কেমন?—যন্ত্র সহকারে বলের

লাভ হয় এই কথাটা তুৎপা কি ?]

যখন কোন বিষয়ের মীমাংসা করিতে হয়, তখন সেই বিষয়টি
টল হইলে, একবারে তাহার সিদ্ধান্ত স্থির করিতে না পারিয়া
মরা মনে মনে ঐ বিষয়টিকে ভাঙ করিয়া লইয়া প্রথমঃ তাহার
ভোক ভাগের প্রতি মনোযোগী হইয়া বিচার করত পরিশেষে সমু-
দায় বিষয়টি উত্তমরূপে বুঝিতে পারি। যন্ত্র-বিজ্ঞান কাণ্ডেও সেই-
রূপ করা আবশ্যিক। যন্ত্র সমষ্টির প্রকৃতি বুঝিতে হইলে প্রথমতঃ
উহারা যে যে পদার্থে জন্মে তাহাদিগের নিশ্চেষ্টতা, বন্ধুরত্ব এবং
জন্মমাতা প্রভৃতি গুণের প্রতি দৃষ্টি করা যায় না, আর পৃথিবীর মাধ্য-
কর্ষণ প্রভাবে উহাদিগের যে ভার আছে, তাহাও গণ্য করা যায়
না, অপিচ বায়ুর প্রতিবন্ধিতাও তৎকালে স্বীকার্য হয় না। কারণ
ঐ সকল লইয়া একেবারে বিবেচনা করিতে গেলে অত্যন্ত গোলো-
যোগ উপস্থিত হইবার সম্ভাবনা। অতএব প্রথমে কেবল 'যন্ত্রের
প্রকৃতি কি কি' ইহারই দিকে দৃষ্টি রাখিয়া বিবেচনা করা আবশ্যিক।
তাহার পর একে একে, উক্ত গুণ সকল স্বাক্ষাতে ঐ প্রকৃতির কিরূপ
বৈলক্ষণ্য ঘটে তাহা অনুসন্ধান করিতে হয়।

একটু যেরূপ যন্ত্রের প্রকৃতি কথিত হইবে, অবিকল তেমন যন্ত্র
একটিও নির্মিত হইতে পারে না। কারণ, বিবেচনা করিলে হইবে

যে, এই সকল যন্ত্রের কাষ্ঠ লৌহাদি সর্বতোভাবে ভারবিহীন এবং, বর্ষণ বর্জিত—ইহাতে যে সকল শৃঙ্খল এবং রজ্জু ব্যবহৃত হয় তাহার সর্বতোভাবে নম্য—আর এই যন্ত্র, যে স্থানে চলে সেই স্থানে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণও নাই। যদি বল এমত যন্ত্র যদি, কদাপিই নির্মিত না হইল, তবে তাদৃশ পদার্থের প্রকৃতি অনুসন্ধানে ফল কি? ইহার উত্তর, পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, সর্ব স্থলেই প্রথমতঃ এইরূপ করিয়া বিবেচনা করিতে হয়—অর্থাৎ যে বিষয়টি বুঝিতে হইবে প্রথমে তাহার ‘হূল’-তাৎপর্য অবগত হইয়া পরে অনুসন্ধানে প্রকৃত দ্রব্য আবশ্যক, নচেৎ ঐ বিষয় কদাপি বোধগম্য হয় না।

যন্ত্র সকলের দ্বারা অল্প বল প্রয়োগ করিলে অধিক বলের কার্য হয়, অনেকেই এইরূপ কহিয়া থাকেন। যদি বাস্তবিক তাহাই হইত তবে যন্ত্র সকলকে অলৌকিক পদার্থ বলিয়া স্বীকার করিতে হয়। যেহেতু প্রাকৃতিক নিয়ম এই যে, যৎপরিমাণে কারণ প্রবল হইবে তৎপরিমাণে কার্যেরও আধিক্য হইবে। বল, ভার নিবারণের কারণ। সুতরাং যদি অল্প বলে অধিক ভার নিবারিত হয় তবে কারণ দুর্বল হইয়াও প্রবল কার্যের উৎপাদক হইতে পারে। কিন্তু বাস্তবিক কোন স্থলেই এইরূপ হয় না।

যন্ত্র মাঝেই কর্তক গুলি অবলম্ব্য স্থান আছে। সেই সকল অবলম্বন দ্বারা ভারের অধিকাংশই বাহিত হয়, সুতরাং বলের আপনার যে পরিমাণ উহা সেই পরিমাণ মাত্র ভারকে বহন করে; কদাপি অধিক বহন করিতে পারে না। বিশেষ বিশেষ যন্ত্রের বিবরণ কালে এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করা যাইবে। সম্প্রতি ইহার একটি মাত্র দৃষ্টান্ত দেওয়া যাইতেছে।—এক খানি বৃহদাকার কাষ্ঠের নীচে এক খণ্ড বাঁশের অগ্রভাগ প্রবর্তিত করাইয়া এবং, ঐ বাঁশের নীচে একটা ইট রাখিয়া যদি বাঁশের অপর প্রান্তে কেহ চাপ দেয় তবে ঐ এক জনের বাল্য ক্রীড়া বহু কাষ্ঠ খণ্ডও উন্নত হইয়া উঠে। এই

স্থলে বোধ হইতেছে যেন, অস্প বলে অধিক ভার উত্তোলিত হইল। কিন্তু বাস্তবিক তাহা হয় নাই। উক্ত বাঁশের অবলম্ব ইচ্ছক থানি ঐ কাঠের ভার বহন করিয়াছিল। মনুষ্য কর্তৃক যে অতিরিক্ত বল প্রদত্ত হইল তদ্বারাই কাঠ উত্তোলিত হইল।

যদি বল যে ঐ ইচ্ছকরূপ অবলম্বের সাহায্যে যদিও পূর্বোক্ত কাঠ খণ্ড ইচ্ছকের উপরেই ভর দিয়া থাকিত পারে এমত হয় বটে, কিন্তু এক জন সামান্য মনুষ্যের বলে উচ্চা যে, উন্নত হইয়া উঠিল, অর্থাৎ উহার যে উর্দ্ধমুখে গতি জন্মিল তাহার কারণ কি?—তাহার কারণ অনুসন্ধান করিতে হইলে এই স্থলে কার্যের প্রতি বাস্তবিক কত বল প্রযুক্ত হইয়াছে তাহা অবগত হওয়া আবশ্যিক। কাঠ থানি যদি এক শত মন ভারী হয় এবং উক্ত বংশখণ্ড সংযোগে যদি উচ্চা এক অঙ্গুলি প্রমাণ উন্নত হইয়া উঠিয়া থাকে, তবে ঐ কাঠের বেগ-বল (মন 100×1 অঙ্গুলি) = 100 মন হইয়াছে। অতএব যে ব্যক্তি কাঠকে উন্নত করিয়াছে সে অবশ্য উহার প্রতি 100 মন পরিমিত বল প্রযুক্ত করিয়া থাকিবে। কিন্তু সে এত বল কোথায় পাইল?

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যে, যদি ঐ কাঠ থানি সমান এক শত অংশে বিভক্ত হইত এবং কোন যন্ত্রের সহায়তা ব্যতিরেকে উক্ত ব্যক্তির বলে ঐ এক শত খণ্ড একে একে এক শত বার এক এক অঙ্গুলি করিয়া উন্নত হইতে পারিত, তবে ঐ ব্যক্তির বেগ ঠিক 100 শত অঙ্গুলি স্থান পরিমিত হইত। সুতরাং তাহার বেগ-বল (1 মন $\times 100$ অঙ্গুলি) = 100 মন হইত। অতএব বোধ হইতেছে ঐ ব্যক্তির বেগ অধিক হওয়াতেই তাহার বেগ-বল তাদৃশ অধিক হইয়াছে।

কলে তাহাই দেখা যায়, ঐ কাঠ যে সময়ে 1 অঙ্গুলি মাত্র উঠিবে সেই সময় মধ্যে যে তাহাকে উত্তোলন করিতেছে তাহার হাতও 100 অঙ্গুলি প্রমাণ নত হইয়া আসিবে।

• অতএব বলের এবং ভারের বেগ-বল চিরকাল সমান থাকে । বল গুরু হইলে তাহার বেগ অল্প হয়, এবং বল লঘু হইলে তাহার বেগ অধিক হয় । আবশ্যিক । ইহাই যন্ত্র-বিজ্ঞান শাস্ত্রেয় মূলমন্ত্র । ইহার তাৎপৰ্য্য কখন কখন এক্ষেপে প্রকাশিত হয় যথা, বলের লাভ করিতে গেলে বেগের লোপন এবং বেগের লাভ করিতে গেলে বলের লোক্‌মান করিতে হয় ।

এক্ষণে এই মাত্র বিবেচনা কর যে ‘বেগ’ বলেরই কার্য্য । সুতরাং যখন বল লঘু হইয়াছে বলিয়া বেগের আধিক্য দ্বারা সেই ক্ষতি পূরণ করা যায়, তখন বাস্তবিক বলই দেওয়া হয় । সুতরাং যন্ত্র সহযোগে বলের লাভ হয় একথা সামান্যতঃ বুঝা কর্তব্য নহে । কার্য্যের এবং কারণের বেগ-বল সর্বদা সমান থাকে এমত স্বরণ করা কর্তব্য । বল লঘু হইলে বেগের আধিক্য দ্বারা উহা পূরণ করা যায় এ বিষয় পরে সুস্পষ্ট হইবে ।

তৃতীয় অধ্যায় ।

[এত দ্বারা বাস্তবিক লাভ কি হয় ?—সামান্যতঃ কি ?—বৈষম্যবস্থা কি ?]

পূর্বাধ্যায়ের যাহা যাহা কথিত হইয়াছে, তাহা অভিনিবেশ পূর্বক বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে, যে বংশ-খণ্ড সংযোগে যদিও বাস্তবিক বলের লাভ না হইয়া থাকে, তথাপি কাষ্ঠ উত্তোলন কার্য্যের অনেক সুবিধা ঘটিয়াছে । প্রথমতঃ যে ব্যক্তি এক্ষেপে কাষ্ঠ উত্তোলন করে সে নৌচের দিকে বল প্রয়োগ করিলেও কাষ্ঠ উপরের দিকে উঠে—দ্বিতীয়তঃ ঐ ব্যক্তি লঘু বল দেয় তাহাতে কাষ্ঠের গুরু ভার উন্নত হয়, পরন্তু ইহা স্পষ্টই প্রতীয়মান হইতেছে যে, বেগ গরিষ্ঠ প্রদত্ত হয় ; কিন্তু কাষ্ঠের লঘু বেগ জন্মে ।

এই সামান্য যন্ত্রের যে রূপ প্রকৃতি দেখা যাইতেছে বাষ্পীয় যন্ত্র প্রভৃতি অতি অসামান্য যন্ত্র শব্দকসেও অবিকল সেইরূপ প্রকৃতি দৃষ্ট হইবে। ক্রান্ত এবং যন্ত্র মাত্রেরই সাধারণ স্বাবধারিত হইল যে, তদ্বারা বল প্রয়োগের দিক পরিবর্তিত হইতে পারে, আর বেগের পরিবর্তে বল এবং বলের পরিবর্তে বেগ প্রতিনিহিত হইতে পারে। যদি ইচ্ছাও না হইত তবে যন্ত্র নিৰ্মাণের কোন ঐয়োজনই থাকিত না। যে বলের দ্বারা যে কার্য সাধন করিতে হইবে তাহা সাধারণ প্রয়োগ করিলেই হইত।

কিন্তু যন্ত্রের উক্ত কতিপয় গুণ থাকিতে লোকের কতই উপকার হইতেছে। দেখ, শর্ষপকে অন্য প্রকারে মর্দন করিয়া তৈল বাহির করিতে হইলে কতই কষ্ট হইত, কিন্তু ঘানি গাছে শর্ষপ ফেলিয়া দিলে, গোক সহজে চলিয়া যাইতে থাকে, অর্থাৎ তৈল নিঃসৃত হয়। বাষ্পীয় যন্ত্রের অর্গলদ্বয় সরলরেখাক্রমে এ দিক ও দিক করিতে থাকে, কিন্তু তাহারই দ্বারা যন্ত্র বিশেষ সংযোগে বাষ্পীয় শকট ও বাষ্পীয় নৌকাদির চক্র সকল ঘুরিতে থাকে এবং ঐ সকল যান ক্রান্ত-বেগে চলিয়া যায়। ঘটী-যন্ত্রের ভিতরে একটা পৌঁই পিণ্ড ঝুলে, উহা মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে নীচে নামিয়া আইসে, কিন্তু যন্ত্র সংযোগ দ্বারা উহার সেই অধোগতি, ঘটী-যন্ত্রের কাঁটার চক্রগতির উৎপাদক হয়। চরকায় যত বেগে পাক দেওয়া যায়, চক্রটা তাহার শতগুন অধিক বেগে ঘূর্ণিত হয় এবং চরকায় যে পাক দেওয়া যায়, চক্র তাহার বিপরীত দিকে ঘূরে। এইরূপ সর্বস্থলেই দেখিতে পাওয়া যায় যে, যন্ত্রের দ্বারা বল প্রয়োগের নানাবিধ সুবিধা জন্মে এবং সেই জন্যই যন্ত্র মাত্রের এত গৌরব।

যন্ত্রের বাস্তবিক লাভ এইরূপ। যেমন বাগকেরা আশুপাদসের স্থানে যে দ্রব্য অধিক থাকে তাহা দিয়া যে দ্রব্যের অভাব তাহা বিনি-ময় করিয়া লন, মনুষ্যেরাও সেইরূপ যন্ত্র সংযোগে কখন বা বল

দিয়া অধিক বেগ গ্রহণ করিয়া থাকেন, আর কখন বা এক দিকে এক প্রকারে বল প্রদান করিয়া অন্য দিকে ভিন্ন প্রকার বল প্রাপ্ত হয়েন। কিন্তু মনুষ্যাদিগের পরস্পর বানিজ্যে যেমন দ্রব্যের মূল্য ঠিক পরা থাকে, কখন অল্প দিয়া অধিক পাওয়া যায় না এবং অধিক দিয়াও অল্প দেিতে হয় না, তেমনি মনুষ্যেরা প্রকৃতির সহিত যে বানিজ্য করেন তাহারও দরদাম ঐচিরকাল একই প্রকার নিরূপিত থাকে। অর্থাৎ সকল যন্ত্রেরই 'কার্য্য-স্থানের' বেগ-বল এবং প্রয়োগ স্থানের বেগ-বল সর্ব্ব সময়ে ঐক সমান থাকে। অতএব যদি 'ব' অর্থে বল এবং 'প' অর্থে তাহার পতন বা বেগ বুঝা যায় আর 'ভা' অর্থে ভার এবং 'উ' অর্থে তাহার উন্নতি কিম্বা বেগ বোধ হয়, তবে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে পূর্ব্বোক্ত নিয়ম এইরূপে লেখা যাইতে পারে, যথা— $b \times p = \frac{1}{2} u^2$ ।

যখন কোন যন্ত্র এই অবস্থান্বিত থাকে, অর্থাৎ উহাতে বে বল প্রযুক্ত হইয়াছে তাহাকে সেই বলের বেগ দ্বারা গুণ করিলে যাহা হয় ঐ যন্ত্র দ্বারা যে ভার বিনষ্ট হইতেছে, সেই ভারের বেগ দ্বারা ভারকে পূরণ করিলে যদি ৩৬ হয়, তবে যন্ত্রের সাম্যাবস্থা হইয়াছে বলা গিয়া থাকে। সাম্যাবস্থায় যন্ত্র যেমন ছিল তেমনি থাকে। যদি সচল-বস্থায় উক্ত সার্মা হইয়া থাকে তবে যন্ত্র চলিতেই থাকিবে, আর যদি অচলবস্থায় যন্ত্রের সাম্যতাব হইয়া থাকে, তবে যন্ত্র লিঙ্গচল থাকিবে, ইহার প্রমাণ দেখ, যদি কোন ঘোটক ১০ মণ ভারী একগান্ধী শকট বহন করিয়া প্রতি ঘণ্টায় দুই ক্রোশ পথ যাইতে থাকে তবে, ঘোড়ার বেগ-বল ঐ শকটের বেগ-বলের সমান, অর্থাৎ উভয়ই $(10 \times 2) = 20$ মণ পরিমিত হয়। যদি ঘোটক অবিরত ঐ কুড়ি মণ বেগ-বল প্রদান করিতে পারিত তবে শকটও সমান বেগে চলিতে থাকিবে। সুতরাং সচল থাকিয়াই উহার সাম্যাবস্থা হইবে। আবার দেখ, যদি কোন এক মূগ ভারী দ্রব্যকে কোন ব্যক্তি উত্তোলন

করিয়া ধরিয়া থাকে তবে এই এক মণ ভারী স্রোত যত বেগ-বল, যে ধরিয়াছে তাহারও তত বেগ-বল, স্রোতঃ এই এক স্রোতঃ অর্থাৎ বেগ-বল প্রয়োগ না করিলে এই এক মণ পরিমিত স্রোত আবার অর্থাৎ উঠিবে ও পান্থিবে না, নামিতেও পান্থিবে না । স্রোতঃ অচল থাকি-
যাই উহার সাম্যাবস্থা জন্মিবে ।

কিন্তু পূর্বোক্ত ঘোটক যদি শকটকে পূর্বাপেক্ষা অধিক বলে টানে তাহা হইলে শকটের বৈষম্যাবস্থা হয় । কিন্তু পরক্ষণেই শকটের বেগ বৃদ্ধি হইয়া পুনর্বার সাম্যাবস্থা ঘটে । আবার যদি ঘোটক শকটকে পূর্বাপেক্ষা অল্প বলে টানে তাহা হইলেও একবার বৈষম্য হয় । কিন্তু সেই ক্ষণেই শকটের বেগ হ্রাস হইয়া সাম্যাবস্থা জন্মে ।

অতএব সাম্যাবস্থাই যন্ত্র মাত্রের স্থায়ী ভাব । বৈষম্যাবস্থা উহা-
দিগের ব্যতিচারী ভাব মাত্র । এই হেতু যন্ত্রের প্রকৃতি বর্ণন করিতে হইলে উহাদিগের স্থায়ীভাব বর্ণন করিলেই হয় ।

চতুর্থ অধ্যায় ।

[যন্ত্র কত প্রকার ? বিশ্বক যন্ত্র কত প্রকার ? যন্ত্র মূল কি কি ?]

আমাদিগের দেশে পূর্বকালাবধি যত প্রকার যন্ত্রের ব্যবহার ছিল আর সম্প্রতি ইংরেজেরা এই দেশে যত প্রকার যন্ত্রের ব্যবহার প্রচ-
লিত করিয়াছেন, বিশেষতঃ ইউরোপ খণ্ডে যত প্রকার যন্ত্র এক্ষণে ব্যবহৃত হইতেছে, আর তথায় দিন দিন যত নূতন নূতন যন্ত্র নির্মিত হইতেছে, সেই সকল গুলির সংখ্যা করা দুঃসাধ্য । ইউরোপের অনেক দেশে এমত অনেক যন্ত্রের ব্যবহার আছে, যাহার নামও ওপাকার অপর দেশীয় লোকের অজ্ঞানগোচর হয় নাই ।

কিন্তু যন্ত্রের প্রকার ভেদ যতই হউক না কেন, তাহারা প্রথমতঃ বিশুদ্ধ এবং বিমিশ্র এই দুই ভাগে বিভক্ত হয়। বিশুদ্ধ যন্ত্র গুলির প্রকৃতি এই যে, তাহা যিগের কার্য-স্থান এবং বল-প্রয়োগ স্থান এই দুই স্থানের মধ্যে অপেক্ষা কোন যন্ত্রের কার্য্য হয় না, ঐ যন্ত্র একা-কীই কার্য্যকারী হয়। যখন এক খানা বাঁশে চাড়া দিয়া কাঠ বা জপের কোন ভারী দ্রব্যকে সরান যায়, তখন ঐ বাঁশ একটা বিশুদ্ধ যন্ত্রের কার্য্য করে। বিমিশ্র-যন্ত্রের প্রকৃতি ইহা বিপরীত। উহার অনেক ভাগ থাকে। সেই এক এক ভাগ এক একটা বিশুদ্ধ যন্ত্র। উহার প্রথমতঃ পরস্পরের প্রতি কার্য্যকারী হইয়া পরিশেষে অভি-প্রোত সাধন করে। চরকা একটা বিমিশ্র-যন্ত্র। চরকার কর্ণে পাক দিষ্ট সেই পাকে উহার কাঠি ঘুরে, কাঠি ঘুরিলে উহার হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িতে যে টাঁইত বসিত থাকে তাহা হাঁড়ির সহিত ঘুরে, তদ্বারা টেক্স ঘূর্ণিত হয় পরে টেক্স ঘুরণে তুলায় পাক লাগিয়া ক্রমশঃ সূত্র হইতে থাকে।

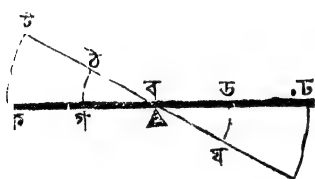
কোন বিমিশ্র-যন্ত্র দ্বারা কত কার্য্য হইতেছে নিরূপণ করিতে হইলে ঐ যন্ত্রটী যত গুলি বিশুদ্ধ-যন্ত্রের সংযোগ জন্মিয়াছে সেই সকল গুলির কার্য্য-ক্ষমতা পরিমাণ করিতে হয়। ঐ সকল গুলির কার্য্য ক্ষমতা সমুদয়ে যত হয়, বিমিশ্র-যন্ত্রের কার্য্য-ক্ষমতা ঠিক তাহারই সমষ্টি হইবে। সূত্রাৎ সর্ব্বাণ্ডে বিশুদ্ধ যন্ত্রের প্রকৃতি অনু-সন্ধান করাই আবশ্যক বোধ হইতেছে।

“ বিশুদ্ধ-সর্ব্ব সমেত তিন প্রকার বই নাই। যেমন কোন ভাষায় যতই কেঁন কথা থাকুক না, সেই ভাষায় যতটি বর্ণ সেই গুলি মিলিয়াই সকল কথা হয়, যেমন জগতের পদার্থ ভেদ যতই হউক না কেন, পঞ্চমহি প্রকার পঞ্চমাণুর দ্বারাই সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তেমনি যে দেশে যতপ্রকার যন্ত্র থাকুক না কেন, উক্ত তিন প্রকার

বিশুদ্ধ-যন্ত্র ব্যতিরেকে তাহার কাছাতেও কিছু অধিক থাকেনা। ঐ তিনটা যন্ত্র এই:

১. বলস্ব সমন্বিত কঠিন দণ্ড।
২. নম্র রজ্জু বা শৃঙ্খল।
৩. কঠিন এবং মন্থন ক্রমশঃ পরাক্রম।

উহাদিগের প্রথমটির প্রকৃতি এই-যে, উহাকে অবলম্বের উপর চতুর্দিকে ঘূর্ণিত করা যায়। সূত্রাং ঐরূপে ঘূর্ণিত করিলে উহার সকল ভাগই বৃত্তাকার পথে ভ্রমণ করে, এবং যে ভাগ অবলম্ব-স্থান হইতে যতদূর তাহার বেগ তত অধিক হয়। কারণ অবলম্ব-স্থান ঐ সকল বৃত্তেরই কেন্দ্র এবং অবলম্ব-স্থান হইতে যে ভাগ যত দূর সেই ভাগ তত বৃহদ্বৃত্ত-পরিধিতে ভ্রমণ করে।



এই প্রতিকৃতি দেখিলেই বোধ হইবে যদি 'কচ' নামক দণ্ড 'ব' নামক অবলম্বের উপর ঘুরিয়া 'টচ' রেখায় ছুঁয়া উপস্থিত হইতকৈ 'কচ' এর

'গ' 'ড' 'ক' 'চ' প্রভৃতি যে 'ব' হইতে যতদূর, তাহাকে তত অধিক পথ, যথা 'গাঠ' 'ঘড' 'কট' 'ছত' এক সময়ে যাইতে হইবে। সূত্রাং উহাদিগের দূরত্বানুসারে বেগের তাবতমা হইবে।

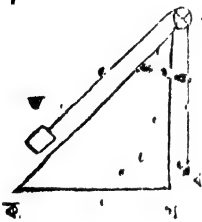
দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র একটা রজ্জু মাত্র। উহার প্রকৃতি এই যে, উহার এক স্থানে কোন বল প্রযুক্ত হইলে তাহা সর্ব স্থানে সমান লাগে। যদি ঐ রজ্জুকে কোন কঠিন দ্রবের বেড় দিয়া লওয়া যায় তথাপি সেই প্রকৃতির অনাথা হইতে পাবে না। কারণ উহা যে, সর্বতোভাবে নমনীয় এবং ঘর্ষণ-বিহীন ইহা পূর্বেই স্বীকার করিয়া লওয়া হইয়াছে।



‘কগখ’ নামক একটি এরূপ রজ্জু। উহাকে ‘গ’ নামক কোর্ড ঢাকের উপর বেড় দিয়া এক প্রান্তে ‘ক’ এবং অপর প্রান্তে ‘খ’ নামক ভার ঝুলাইয়া দেওয়া হইয়াছে। ‘ক’ যত ভারী ‘খ’ ঠিক তত ভারী না হইলে ঐ রজ্জু কখন

সাম্যাবস্থ থাকিবে না, যে দিকে অধিক ভার সেই দিকে নামিয়া পড়িবে।

“তৃতীয় প্রকার বিশুদ্ধ যন্ত্র একটি কঠিন ক্রমনিম্ন পরাতল। উহার উপর ভারী দ্রব্যাদি গড়াইয়া, অথবা টানিয়া তুলিতে পারা যায়। সেই দ্রব্য ইতোলন করিতে যে বল প্রযুক্ত হয় তাহাকে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুই ভাগে ভাগ করিয়া লইতে হ।। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘কগখ’ একটি ক্রমনিম্ন পরাতল।



উহার উপর ‘ড’ নামক ভার উত্তোলন করণার্থে উহাতে একটি রজ্জু বদ্ধ করিয়া ‘খ’ নামক স্থানের উপর দিয়া ঐ রজ্জু নীচে ঝুলাইয়া দেওয়া গিয়াছে এবং সেটি প্রান্তে ‘ব’

নামক ভার বদ্ধ হইয়াছে। ‘ব’ ভার ‘ড’ অপেক্ষা হ্রাস। অথচ উহা দ্বারা যে, ‘ড’ সাম্যাবস্থ রহিয়াছে, তাহার কারণ এই যে, ‘ড’ নামক ভার পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে ‘খগ’ লম্ব রেখা ক্রমে ‘ঠিক’ নীচে আসিতে চাহে। কিন্তু ঐ বল গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুইটি বলের সমান, পরস্তু ঐ দুইটির মধ্যে একটি ‘কখ’ এর উপর লম্বমান হইয়া পড়িতেছে, সুতরাং তাহা ঐ কঠিন ক্রমনিম্ন পরাতলের

প্রতিঘাতেই সাগ্যাবস্ত হইতেছে। অতএব ঐ দুইয়ের একটি মাত্র এই স্থলে কার্যকরী হয়। যদি সেই বস্তুটি 'ব' এর আকর্ষণ পাইয়া সাগ্যাবস্ত হয় তবে সূত্রাং ডি ভার স্থিতি হইয়া থাকে। উপরে বর্ণিত নীচে কোনদিকেই যাইতে পারে না। ক্রমনিম্ন পরাতলে যে রূপ গতিবিভাগ হইয়া থাকে তাহা প্রাকৃতিক বিধানের প্রথম ধাপে ১৫৩ পৃষ্ঠের চিত্রে দৃষ্টিপাত করিলে সুস্পষ্ট বোধ হইবে।

বিশেষ বিবেচনা করিয়া দেখিলে, স্পষ্টই বোধ হইবে যে, বিশুদ্ধ-যন্ত্র এই এই তিন প্রকার হই আর নাই, কিন্তু যন্ত্র বিজ্ঞান বেস্তারা পাঠকবর্গের বোধ-সৌকার্য্যের নিমিত্ত ঐ তিনেরই প্রকার ভেদ করিয়া স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র ছয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র কল্পনা করিয়া থাকেন। কিন্তু যদি ঐরূপ কল্পনা করা আবশ্যক হয় তবে, ছয় প্রকার না বলিয়া বিশুদ্ধ-যন্ত্র আট প্রকার বলাই অধিক যুক্তিসিদ্ধ বোধ হইতেছে। সেই আট প্রকারকে যন্ত্র-মূল বলা যায়। তাহাদিগের এক একটীর বিশেষ বিশেষ নাম এই।

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ১. সরল-দণ্ড-যন্ত্র। | ৫. অবদ্ধ-কপি-যন্ত্র। |
| ২. বক্র-দণ্ড-যন্ত্র। | ৬. ক্রমনিম্ন-পরাতল-যন্ত্র। |
| ৩. অক্ষ-চক্র-যন্ত্র। | ৭. কাজলা বা ছৈনি-যন্ত্র। |
| ৪. বদ্ধ-কপি-যন্ত্র। | ৮. ... |

এই আটটির মধ্যে ১ম ২য় ৩য় ৪র্থ ৫ম প্রথমোক্ত বিশুদ্ধ-যন্ত্রের প্রকার বিশেষ যন্ত্র—৪র্থ ৫ম ৬ম ৭ম ৮ম দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্রের অন্তর্গত আর ১ম ২য় ৩য় তৃতীয়ের অন্তর্ভুক্ত।

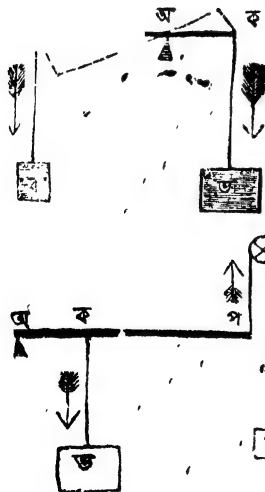
যাহারা যন্ত্র-মূল ছয়টি বলেন তাহারা ২য়কে প্রথমের অন্তর্ভুক্ত এবং ৩য় ও ৪ম দুইকেই এক বোধ করেন।

এই সমস্ত যন্ত্র-মূলের প্রকৃতি ক্রমশঃ কথিত হইবে।

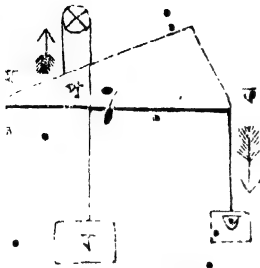
পঞ্চম অধ্যায় ।

[সরল দণ্ডযন্ত্র-২, তুলা দণ্ড-১, উদাহরণ-২, অবলম্বের উপর, পোপ ।]

এটা কঠিন এবং ঘর্ষাকার দণ্ড যদি কোথা অবলম্বের উপর ঘুরে তাহা হইলেই দণ্ড-যন্ত্র হয়। দণ্ড যন্ত্রের তিন অঙ্গ—একটি অবলম্ব এবং দুইটি ভুজ। যাহার উপর নিষ্ঠর করিয়া দণ্ড স্থাপিত হয় তাহার নাম অবলম্ব, এবং ঐ অবলম্ব হইতে প্রয়োগ-স্থানের দূরত্বকে একটি ভুজ এবং কার্য স্থানের দূরত্বকে আর একটি ভুজ বলা যায়। অবলম্বের, কার্য-স্থানের প্রয়োগ-স্থানের বিভিন্ন প্রকার বিনিবেশ হইতে পারে। কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রে অবলম্ব-স্থান মধ্যে এবং কার্য ও প্রয়োগ-স্থান উক্ত অবলম্বের দুই দিকে হয়। ঐ দণ্ড-যন্ত্রকে অবলম্ব-মধ্যক কহে। কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রের কার্যস্থান মধ্য ভাগে এবং অবলম্ব ও প্রয়োগ স্থান দুই প্রান্তে হয়। তাদৃশ যন্ত্রকে ভার-মধ্যক বলা যায়। আর কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রের প্রয়োগ-স্থান মধ্যে ও কার্য-স্থান এবং অবলম্ব উভয় পার্শ্বে থাকে। সেই সকল দণ্ড-যন্ত্রের



নাম বল-মধ্যক। এ প্রতিকৃতিতে 'ক' অর্থাৎ একটি কঠিন দণ্ড। 'অ' উহার অবলম্ব 'ক' কার্য-স্থান এবং 'প' প্রয়োগ-স্থান, 'ভ' ভার প্রয়োগ বল। এই স্থলে 'ক' এবং 'প' উভয়ের মধ্যভাগে 'অ' রহিয়াছে—অতএব ইহা প্রথম প্রকার অর্থাৎ অবলম্ব-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্র হইল। এই দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের আকার দৃষ্ট হইতেছে। তৃতীয় চিত্রটি বল-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের প্রতিকৃতি।



‘দণ্ড-যন্ত্র’ যে প্রকার হউক না কেন, উহার সাম্যাবস্থায় ভারের এবং বলের বেগ-বল সমান থাকিবে। অতএব অবলম্ব্য স্থান হইতে বলের দূরত্বকে বলের গুণক দ্বারা পূরণ কর, এবং ভারের দূরত্বকে ভারের গুণক দ্বারা পূরণ কর, যদি এই দুই গুণ-ফল সমান হয় তাহা হইলেই সাম্যাবস্থা জানিতে পারিবে।

পূর্ব্বে তিনটি চিত্রের প্রথমটির ‘অপ’ ভুজ যদি ৬ হাত এবং ‘অক’ ভুজ ২ হাত দীর্ঘ হয় আর ‘ক’ স্থলে বদ্ধ হইয়া যে ‘ভ’ নামক ভার ঝুলিতেছে সে যদি ১২ সের পরিমিত হয় তবে বিবেচনা করিতে হইবে যে, এই স্থলে ভারের উন্নতি বা বেগ ‘অক’ দ্বারা এবং বলের পতন বা বেগ ‘অপ’ দ্বারা পরিমিত হইতে পারে। কারণ উহাদিগের গতি যে বৃত্ত পরিমিত হইবে সেই বৃত্তের একটীর ব্যাসার্ধ ‘অক’ এবং অপরটির ‘অপ’। অতএব এই স্থলে সাম্যাবস্থার নিয়ম এইরূপ হইতেছে, যথা—ভ \times অক = ব \times অপ।

পরন্তু ‘অক’ ২ হাত এবং ‘অপ’ ৬ হাত, আর ভার ১২ সের, সুতরাং

$$১২ \times ২ = ৬ \times ৪$$

$$১২ \times ২$$

$$\therefore ব = \frac{১২ \times ২}{৬} = ৪ \text{ সের}$$

$$৬$$

অর্থাৎ, ‘ব’ ৪ সের পরিমিত হইলেই এই যন্ত্র সাম্যাবস্থ থাকিবে। দেখ, এই স্থলে বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হইল, কারণ উপরিস্থ সমীকরণের প্রথমংশে বেগ ২, এবং অপরাংশে ৬; সুতরাং বল লাভ হইয়াছে, কিন্তু বেগ অধিক যাইতেছে।

দ্বিতীয় প্রতিক্রিয়াতে যদি এমন কল্পনা করা যায় যে, ‘অক’

২ হাত 'অপ' ৬ হাত এবং 'ভা' ১২ সের তাহা ঠিকলেও

$$\text{অক} \times \text{ভা} = \text{অপ} \times \text{ব}$$

$$২ \times ১২ = ৬ \times \text{ব}$$

$$\text{ব} = \frac{২ \times ১২}{৬} = ৪.$$

এস্থলেও বেগের ক্ষতি হয়। বলের লাভ হইতেছে। কিন্তু তৃতীয় প্রতিক্রিয়াতে যদি 'অপ' ২ হাত এবং 'অক' ৬ হাত আর 'ভ' ১২ সের হয় তবে

$$\text{অপ} \times \text{ব} = \text{অক} \times \text{ভা}$$

$$২ \times \text{ব} = ৬ \times ১২$$

$$৬ \times ১২$$

$$\therefore \text{ব} = \frac{৬ \times ১২}{২} = ৩৬. \text{ সের}$$

“

এই স্থলে ৩৬ সের বল ১২ সের ভার সাম্যাবস্থ হয়। অতএব বলের অনেক ক্ষতি হইতেছে। কিন্তু বলের যত ক্ষতি হইতেছে বেগের ঠিক তদনুসারেই লাভ হইতেছে। ঐ প্রতিক্রিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, 'প' আকৃষ্ট হইয়া য়ে সময়ে উহার উপরিস্থ হয়, সেই কালের মধ্যে 'ক' ও তাহার উপরিস্থ রেখায় যাইয়া পৌঁছে। কিন্তু 'প' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান যাইতেছে তাহা অপেক্ষা 'ক' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান যাইতেছে তাহা তিন গুণ অধিক, অতএব যেমন ১২ সের ভারকে উত্তোলন করিতে তাহার তিন গুণ অধিক বল, অর্থাৎ ৩৬ সের বল লইতে হইয়াছে, তেমনি বেগেও তিন গুণ লাভ হইয়াছে, অর্থাৎ বল ১ হাঁক মাত্র নামিয়া ভারকে ৩ হাত উত্তোলিত করিয়াছে।

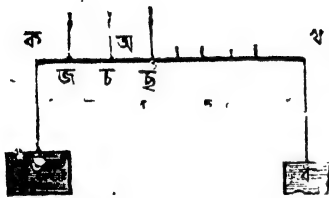
অতএব নিশ্চিত হইল যে, অবলম্ব-স্থান হইতে বলের দূরত্ব যত

অধিক এবং ভারের দূরত্ব যত অল্প হয় ততই বলের লাভ এবং বেগের ক্ষতি হয়, আর বলের দূরত্ব যত অল্প এবং ভারের দূরত্ব যত অধিক হয় ততই বলের ক্ষতি এবং বেগের লাভ হইয়া থাকে । যদি বলের এবং ভারের দূরত্ব সমান হয় তবে লাভ লোকসান কিছুই হয় না । এক দিকে যত ভার দেওয়া যায় অপর দিকে ঠিক তাহার সমান বল দিতে হয়, নচেৎ যন্ত্র সাম্যাবস্থ থাকে না । শক্তি এইরূপ সম-ভুজ-দণ্ড-যন্ত্র । উহার মধ্যে অবলম্বন এবং দুই দিকে দুই ভুজ সমান । সুতরাং এক দিকে যত ভার দেওয়া যায় অপর দিকে ঠিক তত ভার মা দিলে ঐ যন্ত্র সাম্যাবস্থ হয় না ; যে-দিক ভারী সেই দিক ঝুলিয়া পড়ে ।

অতএব নিক্তি মাত্রেরই দুই ভুজ সমান ভারী এবং সমান দীর্ঘ হওয়া আবশ্যিক । তাহা হইলেই ওজন ঠিক হইতে পারে । পরন্তু যদি তাহা না হয়; তথাপি একবার এক পাল্লায় এবং দ্বিতীয় বার অপর পাল্লায় রাখিয়া দ্রব্যাদির পরিমাণ করিয়া লইলেও ওজন প্রায় ঠিক পাওয়া যায় । 'লোকে যখন একেবারে অধিক দ্রব্য ক্রয় করে তখন প্রায়ই ঐরূপে 'পাল্লা-বদল' করিয়া লয় । কিন্তু যদি অল্প দ্রব্য ক্রয় করিতে হয়, তখন পুনঃ পুনঃ ওজন করিতে হয় না বলিয়া প্রথমে নিক্তির দুই দিক সমান ভারী আছে কি না পরীক্ষা করিয়া দেখে এবং যে দিক লম্বুবোধ হয়, সেই দিকে অপর কোন্ ভার দিয়া, অর্থাৎ 'পাযাণ ভাঙ্গিয়া' উভয় দিক সমান করিয়া লয় । কিন্তু 'পাযাণ ভাঙ্গা' অপেক্ষা একটা আরও উত্তম উপায় আছে । তাহা অবলম্বন করিলে অতি নিকৃষ্ট তুলা-দণ্ড দ্বারাও পরিমাণ ঠিক হইতে পারে । প্রথমে যে দ্রব্যের ওজন করিবে তাহা এক পাল্লায় রাখিয়া অপর পাল্লায় বালুকা ইফক বা যাহা কিছু দিয়া দুই দিক সমান করিয়া লইবে, পরে ঐ দ্রব্যকে নামাইয়া সেই পাল্লায় বাটখারা তুলিয়া দিবে । যে পরিমাণ বাটখারা তুলিলে অপর পাল্লার ইফকাদির ঠিক সমান হইবে, তাহাই ঐ দ্রব্যের পরিমাণ । তুলা-দণ্ড

যেমন হউক না কেন, যদি বাটুখারা ঠিক থাকে, তবে এইরূপ করিলে অবশ্য প্রকৃত পরিমাণ জানা যাইবে ।

দণ্ড-যন্ত্রের ভুজ দ্বয় সমান না হইলেও ঐ যন্ত্রের প্রকৃতি জানা থাকিলে তদ্বারা স্রব্যাদির ভার পরিমাণ হইতে পারে। পরবর্তী



চিত্রে 'কখ' দণ্ডের যদি অবলম্ব স্থান 'অ' হয় এবং 'অক' ভুজ ৪ অঙ্কুলি আর 'অখ' ভুজ ২০ অঙ্কুলি প্রমাণ হয় তবে 'খ' হইতে

'ব' নামক ২ সের ভার ঝুলাইয়া দিলে 'ক' হইতে $(\frac{20 \times 2}{8}) = 5$ সের

ভার ঝুলাইতে হইবে, নচেৎ দণ্ড সাম্যাবস্থ থাকিবে না। সুতরাং যদি এই দণ্ডে 'ব' এবং 'ভ' সাম্যাবস্থ থাকে তবে 'ব' কত জানিলেই 'ভ' কত আছে, ভুলিবার পারা যায়, অতএব ইহা দ্বারাও ভার নিশ্চয় হইতে পারে।

কিন্তু যদি এই রূপ না হইয়া 'ব' সর্বদা সমান থাকে। আর 'অ'কে যথা ইচ্ছা সরাইতে পারা যায়, তাহা হইলেও পরিমাণ হয়। কারণ দেখ যদি অবলম্ব 'অ' হইতে 'ছ' স্থানে সরিয়া আইসে এবং 'অছ' দুই অঙ্কুল প্রমাণ হয় তবে এই স্থলে ভাবের দূরত্ব ৬ অঙ্কুল এবং বলের দূরত্ব ১৮ অঙ্কুল হইবে। সুতরাং 'ব' ২ সের হইলে 'ভ'

$(\frac{18 \times 2}{6}) = 6$ সের হওয়া আবশ্যিক। যদি অবলম্ব স্থান আরও 'খ' এর

দিকে দুই অঙ্কুল আসিয়া উপস্থিত হয়, তবে ভারের দূরত্ব ৮ অঙ্কুল এবং বলের দূরত্ব ১৬ অঙ্কুল হইবে। সুতরাং 'ব' যদি সেই ২ সের

থাকে তবে 'ভ' $\left(\frac{১৬ \times ২}{৮} \right) = ৪$ সের পরিমিত হইবে। পরন্তু যদি

অবলম্ব স্থান 'ক' এর দিকে দুই অঙ্গুল প্রমাণ গিয়া 'জ' স্থানে উপস্থিত হয়, তবে 'ভ' এর দূরত্ব ২ অঙ্গুল এবং 'ব' এর দূরত্ব ২২ অঙ্গুল হইয়া

উঠে। সুতরাং 'ব' পূর্ববৎ $\frac{১}{২}$ সের থাকিলে, 'ভ' $\left(\frac{২২ \times ২}{২} \right) = ২২$ সের

হওয়া আবশ্যিক।

এইরূপ তুলাদণ্ডের লাভ এই যে, অনেক বাটখারা লইয়া বেড়াইতে হয় না। আর যদি 'ব'কে অত্যন্ত নিকট রাখিয়া 'খ' এর সহিত যুক্তিয়া দেওয়া যায় অথবা ঐ দণ্ডের 'খ' স্থান কিঞ্চিৎ স্থূল করা যায়, তাহা হইলে 'ব'কেও ঝুলাইয়া দিবার আবশ্যিকতা থাকে না।



আমাদিগের দেশে অতি প্রাচীন কালাবধি যে তুলদাঁড়ির ব্যবহার হইত তাহার প্রকৃতি অবিকল এই রূপ।

যখন কাষ্ঠের কুদার নীচে যষ্টি প্রবিষ্ট করিয়া এবং সেই যষ্টির নীচে এক খানি প্রস্তর বা ইষ্টক রাখিয়া অপর প্রান্তে পরিয়া চাপ দেওয়া যায় তখন ঐই প্রকার বিষম ভূজ অবলম্ব মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রেরই ব্যবহার হয়। কাঁচি দুইটি অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের যৌগে জন্মে। কাঁচির খিল ঐ দুইটি যন্ত্রের অবলম্ব স্থান, হাত দিয়া যে চাপ দেওয়া যায় তাহাই বল এবং উহাতে যে দ্রব্য কণ্ঠা যায়, তাহার প্রতিবন্ধকতা ভার। টেকিও একটি অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্র। উহার পোয়া অবলম্ব, মল্লখোর পায়ের চাপ বল এবং খানাদির খোসার সংযোগ ভার।

এইরূপ অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ স্থল শত শত আছে । ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের একটি উদাহরণ যিষ্টি । যিষ্টি এক প্রান্তে যে খিল থাকে তাহাই অবলম্ব, উহার মধ্যে যে গুণ্ডাকাশি দ্রব্য থাকে তাহাই ভার, এবং অপর প্রান্তে যে চাপ দেওয়া যায় তাহা বল । ভারমধ্যক-দণ্ডের আর একটি উদাহরণ নৌকার দাঁড়া । দাঁড়ের মুখে জলের যে প্রতিঘাত হয় তাহা অবলম্ব, দাঁড়ের মধ্য ভাগে যে নৌকা বন্ধ থাকে তাহা ভার, এবং দাঁড়ের অপর প্রান্তে মনুষ্য কর্তৃক যে আকর্ষণ-প্রদত্ত হয় তাহাই বল । হাইলও এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র । কবাটও এইরূপ । কবাট যে কজা বা হাঁস্কে খুলান থাকে তাহাই উহার অবলম্ব, উহার 'ভার' মধ্যে থাকে এবং অপর প্রান্তে যখন হাত দিয়া ঠেলা যায় তখন হস্তের 'বল' প্রযুক্ত হয় । হাত-গাড়িরও মধ্যে ভার এক পার্শ্বের চক্র অবলম্ব এবং অন্য প্রান্তের মনুষ্যের হস্ত বল । বগি গাড়ি প্রভৃতি যত দ্বিচক্র শকট আছে সকলই এইরূপ । মই দিয়া যখন উর্পরে উঠা যায় তখন যে উঠে তাহার ভার উক্ত মইএর মধ্যে থাকে, নীচে মৃত্তিকা অবলম্ব হয় এবং যাচাতে মই ঠেকিয়া থাকে, সেই প্রাচীরাদি বুলেট কুঁচা করে । বেহালাদিগের স্কন্ধের পাল্লিকেও এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র বলা যাইতে পারে । কারণ উহাতেও ভার-মধ্যে থাকে এবং এক পার্শ্বের বেহালাদিগের স্কন্ধ অবলম্বের কার্য্য করে ও অপর পার্শ্ব বেহালাদিগের স্কন্ধ বলের কার্য্য করে ।

পূর্ষোক্ত দুই প্রকার দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ যত অধিক পাওয়া যায় বল-মধ্যক দণ্ড যন্ত্রের উদাহরণ তত পাওয়া যায় না । পূর্বেই কথিত হইয়াছে যে, এই প্রকার দণ্ড-যন্ত্রের আশ্রয়ে বল ব্যয় করিয়া বেগ লাভ হয় । অতএব যে স্থলে বেগের প্রয়োজন সেই স্থলেই এই যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে । প্রাণীদিগের সর্বদা নানাস্থান বিচরণ করা আবশ্যিক, সুতরাং তাহাদিগের শরীরে বেগের বিলক্ষণ প্রয়োজন আছে । এই হেতু জগদীশ্বর তাহাদিগের অনেক অঙ্গে এইরূপ বল-

মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের প্রয়োগ করিয়াছেন। মনুষ্যের 'হস্ত' পদ তাহার অতি উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত স্থল। আমাদের হাতের কনুই অবলম্ব্য, সেই কনুইর নীচে যে মাংসপেশী আছে তাহারই সঙ্কোচ্যতা এবং বিস্তার্যতা বল, এবং হাতে করিয়া যাহা তুলি যায় বা ফেলি যায় তাহাই ভার। দেখ, যখন আমরা হাত গুড়াইয়া লই, তখন কফোনিপ্ল সন্নিহিত ভাগ অতি অল্পমাত্র সেরে, কিন্তু তৎক্ষণাতেই হস্তের অগ্রভাগ অনেক দূর সরিয়া যায়। অতএব ঐ স্থলে বেগের ল্লাভ হইতেছে বিলক্ষণ বুঝিতে পারা যায়। প্যায়েও ঠিক এইরূপ হয়। আঁটু অবলম্ব্য তাহার নীচের মাংসপেশী স্থল, ঐ মাংসপেশী অতি অল্পমাত্র সঙ্কুচিত বা বিস্তৃত হইলেই পায়ের অগ্রভাগ অনেক দূর সেরে।

দণ্ড-যন্ত্রের অবলম্বের উপর কিরূপে কত চাপ পড়ে জানা আবশ্যক। অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের ভার এবং বল উভয়েই দণ্ডীটিকে এক দিকে আকর্ষণ করে, সুতরাং দণ্ড সাম্যাবস্থ থাকিলে ঐ দুয়ের চাপ মিলিত হইয়া যে, অবলম্বনের উপর পড়িবে ইহা অনায়াসেই বুঝিতে পারা যায়।

[১৫৮ পৃষ্ঠের প্রথম প্রতিকৃতিতে যে দিকে শব্দের দৃষ্ট সেই দিকে চাপ বুঝিতে হইবে।]

ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রে বল এবং ভার উভয়ে একাতিমুখে চাপ দেয় না। 'যদি 'বল' নীচের দিকে যায় তবে ভার উপরের দিকে উঠিতে চেষ্টা করে। অতএব এই স্থলে ঐ দুই চাপের পরস্পর বিভিন্নতা বা ব্যবকলন-ফল যত অবলম্বের উপরে তত চাপ পড়িয়া থাকে। [১৫৮ পৃষ্ঠার দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে ইহা সপ্রমাণ করিয়া লও।]

যদি 'ভ' ১২ সের এবং 'অক' ২ হাত আর 'অখ' ৩ হাত হয় তবে 'ব' ($\frac{12 \times 2}{3}$) = ৪ সের হওয়া আবশ্যিক। সুতরাং সাম্যাবস্থায় 'অ' এর উপর (ভ - ব = ১২ - ৪ = ৮ সের ভার পড়ে।

যখন দুই জন মুটে কোন ভারী জব্বা বাঁশে বান্ধিয়া লইয়া যায়, তখন তাহারা ঐ ভারী ঠিক মধ্যস্থলে বান্ধে । নচেৎ যাহার নিকট হয় তাহাকে অধিক ভার সহ্য করিতে হয় ।

বল-মধ্যাক্ষ-যন্ত্রেও ঠিক এইরূপ বিবেচনা করিলেই ভারের এবং বলের বাবকলন-ফল যে অবস্থার উপরেব চাপ হইবে ইহা নিশ্চয় বোধ হইতে পারে ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

[বক্র দণ্ড-যন্ত্র—নিশ দণ্ড-যন্ত্র—উদাহরণ ।]

যদি দণ্ড-যন্ত্রে ঠিক সরল না হয় তাহা হইলেও উহার পূর্ব প্রকৃতির কিঞ্চিৎ পরিবর্তন ঘটে না । কিন্তু তাহার ভারের এবং বলের পারস্পর সম্বন্ধ নিরূপণার্থে অবলম্ব্য হইতে উহাদিগের দূরত্ব কত তাহা কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝা আবশ্যক ।



‘কখ’ নামক একখানি বক্র কাষ্ঠ তথা ‘তা’ নামক অবলম্ব্যের উপর অবস্থিত আছে । যদি ‘ক’ এবং ‘খ’ হইতে দুই দিকে দুইটা ভার ঝুলাইয়া

দেওয়া যায়, তবে ঐ ভারদ্বয়ের পারস্পর সম্বন্ধ কিরূপ হইবে? ইহা জিজ্ঞাস্য হইলে এই স্থলে প্রার্থ্যমতঃ বিবেচনা কর যেন, ঐ কাষ্ঠের উপবিভাগ ক্রমশঃ চাঁচিয়া ফেলা গেল । উহাতে কুজাকার যে ‘প’

এবং 'ব' ভাগ ছিল তাহা আর রহিল না। সুতরাং ঐ বক্র কার্ভ ধণ্ড 'ছতচ' এর অনুরূপ একটা সরল দণ্ড-যন্ত্র হইল। এইক্ষণে সরল দণ্ডের যে প্রকৃতি ইহারও সেই প্রকৃতি হইল। অর্থাৎ সাম্যাবস্থায়, $t \times \text{ভা} = t \times \text{ব}$, হইল। সকল বক্র দণ্ডেরই এইরূপ। বলের এবং ভারের ফেঁসে দিকে কার্ভা হইতেছে অবলম্ব স্থান হইতে তাহার উপর লম্বপাত করিতে হয়। এবং সেই লম্বদ্বয়ের পরিমাণ করিয়া লইলেই ভারের এবং বলের সম্যক্ক বুঝিতে পারা যায়।

যদি কোন দণ্ড-যন্ত্রের প্রতি এমনরূপে ভার এবং বল প্রযুক্ত হয় যে, তাহাদিগের প্রয়োগাভিমুখে পারস্পর সমান না থাকে, তাহা হইলে গতি-সম্ভ্রাত এবং গতি-বিভাগের সূত্র স্মরণ করিয়া ভার এবং বলের সম্যক্ক নিশ্চয় করা আবশ্যিক।

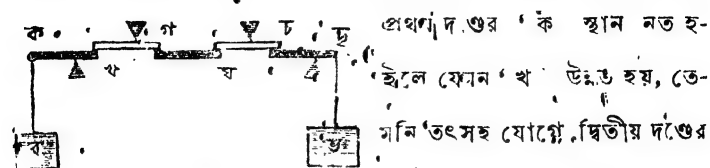


এই প্রতিকৃতিতে 'ভ' নামক ভার 'ক' হইতে লম্ব রেখা ক্রমে ঝুলিতেছে, কিন্তু 'ব' নামক বল 'খ' নামক বক্র রেখানুসারে আকর্ষণ

করিতেছে, এই স্থলে ক্রিয়াকারক হইতেছে বিবেচনা করিতে হইলে ঐ 'খ' বলকে দুই ভাগে বিভাগ করিতে হয়। ঐ বিভক্ত লম্বদ্বয়ের এক ভাগ 'ক'ভার সমান্তরাল এবং সমান হইবে যেহেতু ঐ লম্ব দ্বারাই উক্ত ভার সাম্যাবস্থ হইতে পারে। সেই ভাগ যেন 'খচ'। তাহা হইলেই অপর ভাগ 'খট' হইবে, অতএব বোধ হইতেছে যে, ঐ বল-ভাগ সমুদায় যন্ত্রকে 'খট' অভিমুখে আকর্ষণ করিতেছে। সুতরাং তদ্বারা অবলম্বের উগার পার্শ্বে টান পড়িতেছে।

অনেক গুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রে মিলিত করিলে বিমিশ্র দণ্ড-যন্ত্র হয়। পরপৃষ্ঠার চিত্রে 'কখ' 'খগ' 'গঘ' 'ঘচ', এবং 'চছ' এই

পাঁচটা দণ্ড-যন্ত্র এমনভাবে সুরিবেশিত হইয়া আছে, যে 'ব' দ্বারা



এই 'খ' ভাগ উন্নত হওয়াতে 'গ' নত হইয়া পড়ে এবং 'গ' নত হইলেই 'ঘ' উপস্থিত হয় আর 'ঘ' এর উপস্থানে 'চ' এর অবনতি ও তৎসহ যোগে 'ছ' এর উন্নতি হইয়া থাকে। এস্থলে বিবেচনা করা আবশ্যক যদি সমুদয় দণ্ডগুলি অবলম্বের বাম ভাগস্থ প্রত্যেক ভূজ-গুলি ১০ অঙ্গুলি পরিমিত হয়, আর দক্ষিণ ভাগস্থ ভূজগুলি প্রত্যেকে দুই অঙ্গুলি করিয়া হয়, তবে, 'ক' স্থানে 'ব' ১ সের পরিমিত হইলে

(১×১০)
'খ' স্থানে উহার বল $\frac{1 \times 10}{2} = ৫$ হইবে; 'খ' স্থানে $\frac{৫ \times ১০}{২}$

হইলে উহা 'গ' স্থানে $(\frac{৫ \times ১০}{২}) = ২৫$ সের হইবে, আবার 'গ' স্থানে

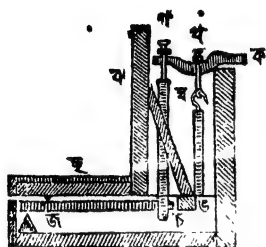
২৫ সের বল 'ঘ' স্থানে $(\frac{২৫ \times ১০}{২}) = ১২৫$ সের হইবে, 'ঘ' এর

১২৫ 'চ' স্থানে ৬২৫ এবং 'ছ' স্থানে ৩১২৫ হইবে। অথবা ক্রিয়া 'লাঘব' করিবার নিমিত্ত এই অঙ্ক এমন করিয়া কসিলেও হইতে পারে,

$$\frac{১ \times ১০ \times ১০ \times ১০ \times ১০ \times ১০}{২ \times ২ \times ২ \times ২ \times ২}$$

১×৫×৫×৫×৫×৫=৩১২৫, সের। যদি এই সকল ভূজ প্রত্যেকই দশ অঙ্গুলি এবং দুই অঙ্গুলি না হইয়া পরস্পর বিভিন্ন হয় তাহা হইলেও এই নিয়মানুসারে ক্রিয়া করিলে ফল স্থির হইতে পারে। মিশ্র দণ্ড-যন্ত্রের গুণ এক্ষেপে, উহা দ্বারা অল্প স্থানের মধ্যে

অধিক বলের কার্য্য করা যায় । একটা বিশুদ্ধ দণ্ড-যন্ত্র দ্বারা অধিক বল লাভ করিতে গেলে, দণ্ডকে অত্যন্ত বৃহৎ করিতে হয়, সুতরাং তাহার নিমিত্ত অসীম স্থান করিয়াও আবশ্যকতা হয়, কিন্তু বিমিশ্র দণ্ড গুলিকে উপরে নীচে পার্শ্বোন্মাদ প্রকারে বাঁকাইয়া রাখা যায়, সুতরাং অল্প স্থানেই উহাদিগের কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে । অতি গুরুভার দ্রব্য সকল অনায়াসে ওজন করিবার জন্য রেইলওয়ে অফিসে যে তুলাযন্ত্র থাকে তাহা কেবল একটা মিশ্র দণ্ড-যন্ত্র মাত্র । ‘ছ’এর উপরে কোন ভার স্থাপিত করিলে, যে

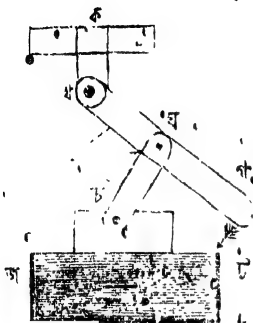


চাপ পড়ে তাহার কতক ‘জ’এর উর্দ্ধ-বর্তী ক্ষুদ্র অবলম্ব দ্বারা ‘দেচ’ দণ্ডের

উপর পতিত হয় । তদ্বারা ‘জ’চ’ কিঞ্চিন্নত হইলেই ‘গ’চ’ দণ্ড দ্বারা ‘গ’ স্থানে টান পড়ে । আবার ঐ ভারের কতক চাপে ‘বা’ স্থান নত হয়, তদ্বারা ‘বা’ও নামিয়া আসিবার চেষ্টা করে, সেই বলে ‘ঙ’ অবনত হয় । সুতরাং স্নেই চাপও ‘ঙ’খ’ দণ্ড দ্বারা গিয়া ‘গ’খ’ নামক দণ্ডে উপস্থিত হয় ।

একর্ণে বিবেচনা করিতে হইবে যে ‘ছ’ স্থানে যে চাপ পড়ে তাহা ‘জ’ স্থানে এবং তথা হইতে ‘চ’ ও ‘গ’ স্থানে অনেক স্থান হইয়া যায় । আর ‘খ’ স্থানে যে চাপ পড়ে তাহাও স্থান হইয়া ‘গ’খ’ দণ্ডে কার্য্যকারী হয় । এইরূপে ‘ছ’ স্থানের চাপ কত স্থান হইয়া আসিয়াছে জানা থাকে । সতএব যে বলের দ্বারা যন্ত্রের সম্যাবস্থা হয় তাহার পরিমাণ করিয়া তাহাকে তত্ত্বদ্ধি করিয়া লইলেই প্রকৃত পরিমাণ জানা যাইতে পারে ।

বিমিশ্র দণ্ড-যন্ত্রের আর একটা ব্যবহার যন্ত্রা যন্ত্রে দেখিতে পাওয়া



যায়। মুদ্রা-যন্ত্রে একেবারে অধিক চাপের
আবশ্যক। অর্থাৎ ঐ যন্ত্র যত সংকীর্ণ স্থান
ব্যাপক হয় ততই উত্তম।

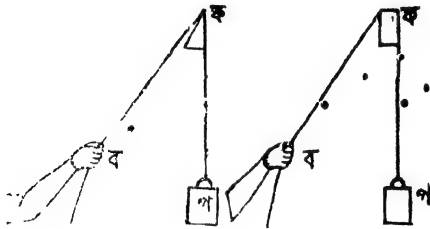
‘ক’ নামক এক খানি কাঠ স্বস্থানে বদ্ধ
আছে, উহা কোন দিকেই সরে না। ঐ
কাঠ খণ্ডে ‘খগ’ নামক একটি দণ্ড কীলক
দ্বারা এমন রূপে বদ্ধ আছে যে, তাহাকে

‘গ’ স্থান ধরিয়া টানিলে ঐ কীলকের উপর ঘুরিয়া আইসে। ‘খগ’
দণ্ডের মধ্য ভাগে ‘ঘ’ নামক আর একটি কীলক দ্বারা ‘ঘচ’ নামক আর
একটি দণ্ড সংযুক্ত আছে, ঐ দণ্ডের অপর প্রান্তে ‘চ’ নামক কীলক
দ্বারা একটা কঠিন এবং মসৃণ তাত্র বা লৌহ ফলক আছে। ‘গ’
স্থান ধরিয়া শরাভিমুখে আকর্ষণ করিলে ‘ঘ’ সম্মুখের দিকে ঋজুভাবে
সরিয়া যায়, সুতরাং ‘চঘ’ দণ্ডক্রমশঃ লম্বমান হইয়া উঠিতে থাকে,
তাহা হইলেই ইহার চাপ উপরে ‘ক’ এর দিকে এবং নীচে ‘চ’ এর
অভিমুখে হয়। কিন্তু ‘ক’ স্বস্থানে বদ্ধ, সুতরাং কিছু মাত্র সরিতে
পারে না, অতএব উহার প্রতিঘাতও ‘চ’ এর উপর লম্বরেখাক্রমে
হয়। তাহাতে ‘চ’ স্থানে বদ্ধ যে ধাতু ফলক আছে, তাহা অত্যন্ত
বলে নীচে সরিয়া যায়। উৎকৃষ্ট মুদ্রা-যন্ত্র সকলে এইরূপ মিশ্রদণ্ডের
ব্যবহার হয়। ইহাতে যে কেমন শীঘ্র কত অধিক চাপ পড়ে তাহা
সহজেই অনুভব করা যাইতে পারে।

সপ্তম অধ্যায় ।

[কপিকল—বক-কপি—স্ববক-বকপি—কপি-সংহতি ।]

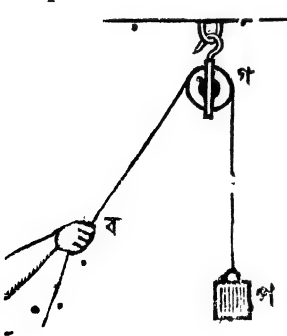
• যদি রজ্জু শৃঙ্খলাদি দ্রব্য সমুদায়, সর্ব্বতোভাবে নম্য এবং ঘর্ষণ বিহীন হইত তবে এক্ষণে কপি-কলে যে প্রকার একটী একটী চক্র দেখা যায় তাহা দিবার প্রয়োজন হইত না। যে কোন প্রকার দ্রব্য হউক রজ্জ্বাদিকে তাহাতে বেড় দিয়া এক পার্শ্বে পরিয়া টানিলেই অন্য পার্শ্বে টান পড়িত। অর্থাৎ তাহা হইলে 'ক'এর ন্যায় সূক্ষ্ম বা 'ক' এর ন্যায় স্থূল মুখ কাষ্ঠাদির উপর দিয়াও 'বপ' দড়ির যোগে বল



প্রয়োগ হইতে পারিত।

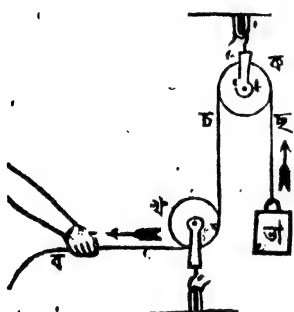
কিন্তু বাস্তবিক কোন রজ্জুই সর্ব্বতোভাবে নম্য এবং ঘর্ষণ নহে। সুতরাং কপি-যন্ত্রে ঘর্ষণাদি

দোষ পরিহার করিবার অভিপ্রায়ে রজ্জুকে এক এক খানি চাকার উপরে বেড় দিয়া রাখা যায়। তাহাতে কপি-যন্ত্রের আকার এইরূপ



হয়। 'গ' নামক এক খানি ক্ষুদ্র চক্র, উহার ধারের মধ্যভাগ কিঞ্চিন্নত তাহাতে রজ্জু বসিয়া যায়। এবং 'ক' হইতে টান দিলে ঐ চক্র আপন কীলকের উপর বেগে ঘুরিতে থাকে; তাহাতে রজ্জুর উপর ঘর্ষণ অধিক হইতে পায় না।

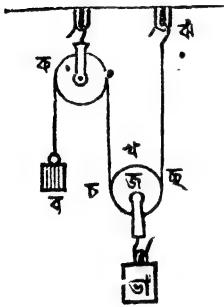
কপি-যন্ত্র দ্বারা এক দিকে বল প্রয়োগ করিয়া অন্য কোন দিকে বল প্রয়োগ করিলে, যে ফল হইতে সেই ফল উৎপন্ন করা যাইতে পারে। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, ‘ক’, ‘খ’ দুইটা কপির যোগে ‘ব’ সম্বিহিত শরের অভিমুখে হইতেছে, কিন্তু ‘ভা’ নামক ভা’র উন্নত হইয়া উঠিতেছে।



এই স্থানে কত বল, কত ভার উঠিতেছে বিবেচনা করিয়া দেখি-
নোই বোধ হইবে যে, এইরূপ কপি
কলের দ্বারা বল বা বেগ কিছুই
লাভ হয় না। যত বল দ্বারা

‘ব’ টানিবে ‘চ’ স্থানেও ঠিক তত বল পড়িবে, এবং ‘খ’ স্থলেও সেই বল লাগিবে। আর যদি ‘ব’ এক হাত সরিয়া যায় তবে ‘ব’ চ’ দড়ির অপর প্রান্তও একহাত সরিবে। অতএব ‘ভা’ও ঠিক সেই এক হাত উঠিবে। তবে এই প্রকার কপিকল ব্যবহার করিবার ফল এই যে, ইহা দ্বারা বল প্রয়োগের দিক পরিবর্তন করিয়া অনেক কার্যের সুবিধা করিয়া লওয়া যায়। কিন্তু ইহাও সামান্য উপকার নহে। কপিকল না থাকিলে ‘ভা’কে উন্নত করিয়া তুলিবার নিমিত্ত ‘খ’ রজ্জু দ্বারা উল্লঙ্ঘন হইতে আকর্ষণ করিতে হইত। তাহাতে অনেক প্রকার বিঘ্নের সম্ভাবনা। আর সেইরূপে বল প্রয়োগ করিতে পশ্বাদির সামর্থ্য নাই। কিন্তু কপিকল দ্বারা দড়ি যেরূপে সংস্থিত হইয়াছে, এক্ষণে ‘ব’ স্থলে কোন অশ্ব বা বলীবর্দকে নিযুক্ত করিয়া ‘দিলেও’ অনায়াসে ভার উত্তোলিত হইতে পারে। এইরূপ কপি স্বস্থানে বদ্ধ থাকে। বল এবং

রের স্থানান্তর ঘটিলেও ইহার কোন দিকে গতি হয় না। এই জন্য
এর নাম বন্ধ-কপি। আর এক প্রকার কপিকল আছে, তাহা ইহার
এক বন্ধ নুহে এবং তৎকর্তৃক বস্তুর লাভ হইতে পারে। তাহা
স্বর্ষভর্তী প্রতিস্থতির এক ভাগে দৃষ্ট হইবে। 'ক'টি বন্ধ-কপি,



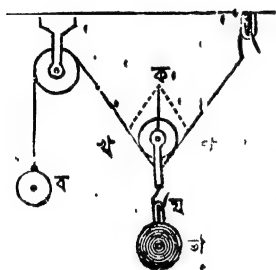
অতএব উহা কিছুক বেগের বা বলের
কিছুই সাহায্য হইতেছে না। 'খ'
কপিটি অবদ্ধ আছে। তদ্বারা প্রযুক্ত
বলের দৈর্ঘ্য লাভ হইতেছে। কারণ
এ 'খ' কপিটিকে একটি দণ্ড-যন্ত্র স্বরূপ
বোধ করা যাইতে পারে। সেই দণ্ড-
যন্ত্রের এক পার্শ্ব অর্থাৎ 'চ' স্থলে বল,

দ' স্থানে ভার এবং 'খ' স্থানে অবলম্ব। সুতরাং কপির চক্রটি যতই
হাট বা বড় হউক না কেন, উহা রূপাকার হইলে "ছ" হইতে 'জ'
ত দূরে আছে 'চ' তাহার অবশ্যই দ্বিগুণ দূরে হইবে। তাহা হইলেই
দণ্ড-যন্ত্রের নিয়মানুসারে বলের লাভও দ্বিগুণ হইবে।

পূরক যেমন বলের লাভ দ্বিগুণ, তেমনি বেগের অপচয়ও দ্বিগুণ
য়। কারণ স্পর্শই বোধ হইতেছে যে 'ব' এক হাত নামিলে 'ভ' পূর্ণ
ক হাত উর্দ্ধে উঠিবে না; 'ছ' এর দিকের ২ হাত আর 'চ' এর
দিকের ২ হাত এই দুইয়ে এক হাত দড়ি কমিবে। সুতরাং ভারের
গতি অর্দ্ধহস্ত পরিমিত হইবে।

যদি কোন অবদ্ধকপি যন্ত্রে বল এবং ভারের সম্মিলিত ঠিক পারস্পর
সমান্তরাল না হয়, অর্থাৎ উহার কোণাকোণী হইয়া টানে তাহা
ইলে বল ঠিক দ্বিগুণ লব্ধ হয় না। সেই স্থলে গতি সংঘাতের নিষমা-

ধলস্বন করিয়া একটি সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করত বলের এবং ভারের পরিমাণ করিতে হয়। নিম্নবর্তী প্রতিকৃতিতে, যদি 'ব' /৪ সের হয় তবে 'ঘ' হইতে 'খ' স্থল পর্য্যন্ত ৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমাণ করিয়া লও এবং 'ঘগ' এর দিকের 'টান ঘখ' এর দিকের সমান হয়

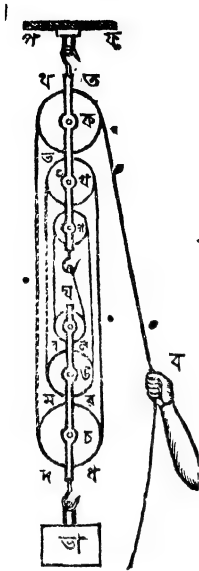


বলিয়া 'ঘগ' কেও ঐ ৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমিত কর। তাহার পর 'কথগা' নামক সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিয়া, উহার 'যক' কর্ণরেখার পরিমাণ কর। সেই কর্ণরেখা যত অঙ্গুলি প্রমাণ; 'ভা' নামক ভারও তত সের হইলে ঈদৃশ কপি-যন্ত্র সাম্যাবস্থ

থাকিবে।

যদি ভার পরিমাণ জানা থাকে এবং কত বলে ঐ ভার সাম্যাবস্থ হইবে জানিবার প্রয়োজন হয়, তবে ঐ 'ভা' যত সের 'ঘ' হইতে উর্দ্ধদিকে তত অঙ্গুলি বা ইঞ্চি প্রমাণ একটি 'ঘক' রেখা পাত কর, পরে ঐ 'ক' হইতে দুই দিকের দুই রজ্জুর সমান্তরাল করিয়া 'কখ' এবং 'কগ' নামক দুইটি রেখা টান, 'ঘখ' যত অঙ্গুলি বা ইঞ্চি হইবে বল তত সের হওয়া আবশ্যিক।

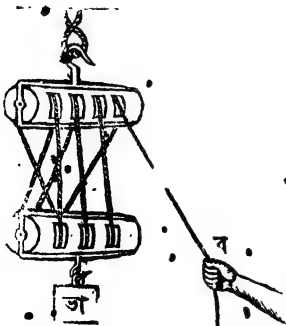
একটি অবদ্ব কপিতে যে রূপ বলের লাভ হয় বলাগিয়াছে। তাহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, একেবারে দুইটি তিনটি ঐরূপ কপির প্রয়োগ করিতে পারিলে ততোধিক বল লাভের সম্ভাবনা। এই জনাই অনেক স্থলে কপি-সংহতি ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তদ্ব্যতীত সর্বদা বহুবর্ত্ত কতিপয়ের প্রতিকৃতি প্রদর্শন করা যাউতেছে।



‘ক’ ‘খ’ ‘গ’ এই তিনটি কপিকে একত্রিত করিয়া যৈ কপি-সংহতি হইয়াছে তাহা ‘পঞ্চ স্থানে বদ্ধ, আর ‘ঘ’ ‘ঙ’ ‘চ’ নামক যে তিন-টিতে মিলিয়া আর একটি কপি-সংহতি হইয়াছে তাহা অবদ্ধ। বদ্ধ তিনটিও যেমন পরস্পরে সম্বদ্ধ হইয়। এক ‘ফ্রেমের’ ভিতর ঘুরে অবদ্ধ তিনটিও সেইরূপ এক ‘ফ্রেমের’ ভিতরে থাকিয়া ঘুরে।

বদ্ধ কপিগণে বলের পূর্বাবস্থাই রাখে; অতএব বল ‘ব’ রজ্জু ভাগেও যেরূপ আছে ‘খ’ দ’ রজ্জু ভাগেও ঠিক সেইরূপ থাকে; কিন্তু ‘খ’ স্থানে উহা দ্বিগুণ হয়; আবার ‘ঘ’ য়েও যেরূপ ‘ভ’ মাতেও সেইরূপ থাকিয়া যায় কিন্তু

‘র’ স্থলে দ্বিগুণ হয়, আবার তাহাও ‘ল’ স্থানে দ্বিগুণ হয় এবং সেই বলেই ভার উঠে অতএব এইরূপ কপি-সংহতিতে যত গুলি অবদ্ধ কপি থাকে বল তত বার দ্বিগুণিত হয়। সুতরাং এই ক্ষেত্রে গণিতের সঙ্কেতানুসারে $ব \times ২ \times ২ \times ২ = ভা$, অথবা $ব \times ২ = ভা$ সুতরাং যদি ‘ব’ / ৪ সেবু হয়, তবে ‘ভা’ $৪ \times ৮ = ৩২$ সের হইবে।



এ স্থলেও উপরকার ৪টা কপি বদ্ধ এবং নীচের ৪টা অবদ্ধ। অতএব বলের এবং ভাবের সামান্যস্থা পূর্ব স্থানানুসারে নিরূপিত হইতে পারে।

অর্থাৎ, $ব \times ২ \times ২ \times ২ = ভা$, অথবা $ব \times ২ = ভা$; কপি যন্ত্রটি অতি

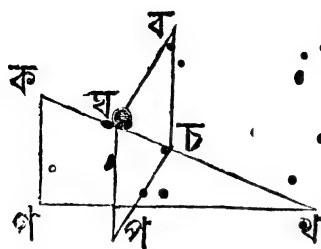
অপ্পা বায়ে অপ্পা' আয়াসে প্রস্তুত হয়, আর ইহা এতাদৃশ ভারী বা
 রহদকার নহে যে, এক স্থান হইতে অন্য স্থানে লইয়া যাইতে বিশেষ
 কষ্ট হয়, এই সকল কারণে কৃষিকালের ব্যবহার সচরাচরই হইয়া
 থাকে। গৃহাদি নির্মাণ কালে রুহৎ, রুহৎ কড়িকাট এই যন্ত্র দ্বারা
 উত্তোলিত হয়। জাহাজের পাইল বিস্তৃত বা সঙ্কুচিত করিবার সময়ে
 কপির অভ্যন্ত প্রয়োজন।

কিন্তু কৃষি দ্বারা যত বল লাভ হইবে গণনা করিয়া নির্দ্ধারিত করা
 যায়, কার্যে কখনই তত লাভ দেখিতে পাওয়া যায় না। তত কি ?
 ঘর্ষণাদি নানা কারণে সমুদায় বলের প্রায় তিন ভাগ লিঙ্কল হইয়া
 যায়।

অষ্টম অধ্যায় ।

(ক্রম-নিম্ন ধরাতল ।)

যখন একখানি তক্তা অথবা অন্য কোন সমতল দ্রব্যের উপর
 কেন ভারী বস্তু থাকে, তখন সেই দ্রব্য পৃথিবীর আকর্ষণ বলে নিম্ন-
 গামী হইতে চাহে, কিন্তু উক্ত তক্তার প্রতিঘাত পাইয়া যাইতে পারে
 না সুতরাং উহার সাম্যাবস্থা থাকে ; কিন্তু যদি ঐ তক্তার এক দিক
 সরিয়া কিঞ্চিৎ উত্তোলন করা যায়, তাহা হইলে উহার প্রকৃতি কিঞ্চিৎ
 পরিবর্তিত হইবে। তখন উহার ভার-মধ্য স্থলে পৃথিবীর যে আক-
 র্ষণ পড়িতেছে তাহা পূর্ববৎ লম্বা রেখাক্রমেই পড়ে কিন্তু তক্তার প্রতি-
 ঘাত ঠিক সেই রেখার প্রতিকূল মুখে হয় না। তখন (পর পৃষ্ঠার প্রতি-
 কৃতিতে) আকর্ষণ 'ঘণ' অভিমুখে এবং প্রতিঘাত 'ঘন' অভিমুখে



হইতে থাকিবে। সূত্রার্থ এই দুই
বলের দ্বারা 'ঘ' নামক দ্রব্যের স্রষ্টা
রেখাক্রমে গতি জন্মিবে। এই স্থলে
স্পর্শ দেখিতে পাওয়া যায় যে, 'ঘপ'
যত বড় 'ঘচ' কদাপি তত বড় নয়।
অতএব 'ঘ' এর নীচে কুখ তক্তাটী না থাকিলে ঐ দ্রব্য যত বলে পড়িয়া
যাইত, ঐ তক্তা থাকাতে উহা তত বলে পড়িতো পড়ার না। সূত্রার্থ
'ঘ' যত ভারী তাহা অপেক্ষা অন্তর্ক অল্প ভারী কোন দ্রব্য 'ঘক',
রেখায় টানিলেই 'ঘ' স্বস্থানে থাকে। অর্থাৎ উহার 'ঘচ' অভিমুখে
গতি নিবারণিত হয়।

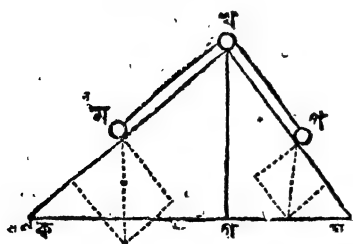
অতএব বোধ হইতেছে, কোন দ্রব্যকে ঐ তত্ত্বার ন্যায় ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর ঠেলিয়া তুলিতে অথবা উহার উপর হইতে যে দ্রব্য পড়িতেছে তাহাকে আটকাইয়া রাখিতে অপেক্ষাকৃত অস্পা বল লাগে ; ইহার উদাহরণ অনেক স্থলে সর্বদাই দৃষ্টিগোচর করা যাইতেছে । যখন গাড়োয়ানেরা কিঞ্চিৎদূরত স্থানে গাড়ি তুলিবার চেষ্টা করে তখন সহজে না পারিলে যেখান দিয়া গাড়ির চাকা যাইবে সেই স্থানে তক্তা পাতিয়া দেয় তাহা করিলেই গাড়ি তুলিতে পারে । যখন আশ্রয় কোন উচ্চস্থানে উঠিবার চেষ্টা করি, তখন একেবারে আপনাদিগের শরীরকে তত উন্নত করিতে পারিব না জানিয়া মইকে ঈষদক্রভাবে রাখিয়া তদ্বারা উঠিতে থাকি । ঐ মই একটি ক্রম-নিম্ন-ধরাতলের কার্য করে । গরুর গাড়িতে বড় বড় পিপা তুলিবার সময় ঐ গাড়ির পশ্চাদিক নত করিয়া দেয়, তাহাতে ঐ গাড়ি ক্রম-নিম্ন ধরাতল হয় । এবং উহাতে অনায়াসে অতি গুরু-ভার দ্রব্য সকল উত্তোলিত হইতে পারে ।

ক্রম-নিম্ন ধরাতল যত অল্প উচ্চ, এবং অধিক দীর্ঘ হয় উহা দ্বারা ততই বলের লাভ হইতে পারে। পূর্ব প্রতিক্রিয়াতে ‘ঘচ’ ‘ঘপ’ ‘ঘব’ এই তিনটি রেখা পরিমাণ করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, ‘ঘপ’ ‘কখ’ এর সমান অর্ধাংশ বা যে কোন ভাগ হইবে ‘ঘচ’ ও ‘কগ’ এর সমান বা সেই সেই ভাগ হইবে। কিন্তু ‘ঘপ’ দ্বয়ের তার স্থানীয়, ‘ঘচ’ উহার বল স্থানীয়। অতএব সিদ্ধ হইতেছে যে, কখ : কগ = ভা : ব ; অর্থাৎ যদি ‘কখ’ এর নাম দৈর্ঘ্য এবং তাহার সংকেত ‘দৈ’ হয় আর ‘কগ’ এর নাম উচ্চতা এবং তাহার সংকেত ‘উ’, হয় তবে $দৈ \times ব = উ \times ভা$ ।

এই নিয়ম স্মরণ করিয়া, বিক্রম ক্রম-নিম্ন ধরাতলে কত বলে কি পরিমাণ ভার সাম্যাবস্থা হয় তাহা নির্ণয় করা যাইতে পারে। কোন ক্রম-নিম্ন ধরাতল ১২ হাত দীর্ঘ এবং ৪ হাত উচ্চ, তাহার উপরে ১৫ সের ভার সাম্যাবস্থা রাখিতে কত বলের আবশ্যক?। এই স্থলে

$$\text{দেখা যাইতেছে যে, } ১২ \times ব = ৩ \times ১৫, \therefore ব = \frac{৪ \times ১৫}{১২} = ৫, \text{ অর্থাৎ}$$

৫ সের বলের প্রয়োজন।



কোথাও কোথাও দুইটি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের কার্য এক কালেই নিষ্পন্ন হইয়া থাকে, এই প্রতিক্রিয়াতে দৃষ্টি করিয়া দেখ; এই সকল স্থলে যেমন এক দিকে

একটি ভার নামিতে থাকে; তেমনি অপর দিকের আর একটি ভার উঠিয়া আইসে। ‘প’ এবং ‘ম’ এর পরিমাণ কত হইলে উহাদিগের সাম্যাবস্থা হইবে তাহা পূর্বোক্ত নিয়মানুযায়ী বিচার দ্বারা জ্ঞা-

যায়ে সিদ্ধ হয়। এই স্থলে, 'ম' কে সামান্যবস্তু করিতে— \times ম এত
কথ

বলের প্রয়োজন হয়। 'আবার' 'প' কে সামান্যবস্তু রাখিতে— \times প,
থগ

এত বলের প্রয়োজন! অতএব— $\frac{ম}{কথ} = \frac{প}{থগ}$ সমান হইলেই সামান্য-
বস্তু হইবে।

যদি 'ম' ১৬ সের 'কথ' ৪ হাত এবং 'থগ' ৮ হাত
হয় তবে— $\frac{১৬}{৪} = \frac{প}{৮}$ $\therefore ৮ \times ১৬ = ৪ \times প$ $\therefore প = \frac{৮ \times ১৬}{৪} = ৩২$ সের,

অর্থাৎ 'ম' ১৬ সের হইলে 'প' ৩২ সের হওয়া আবশ্যিক।

যদি ক্রম-নিম্ন পরাতলের উপর কোন ভারী জব্য তুলিবার সময়
বল ঐ পরাতলের সমান্তরাল রেখাক্রমে প্রযুক্ত না হইয়া অন্য কোন
দিকে বক্রভাবে প্রযুক্ত হয় তাহা হইলে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে
ঐ বলের ফল নিরূপণ করা আবশ্যিক।

গম' নামক পরাতলের উপর 'ক'
নামক একটি ভারী-জব্য 'কথ' অভিমুখে

• তৎপরিমিত বল দ্বারা গায়াবস্তু হইয়া
আছে এমন স্থলে একটি 'চকর' নামক
সমান্তরাল চতুর্ভুজ কণ্ঠনা করিয়া উক্ত

'কথ' বলকে 'কচ' ও 'কর' এই দুই ভাগে বিভক্ত করা গেল।
ঐ দুয়ের মধ্যে 'কর' যে বল তাহা দ্বারা জব্যটি ক্রম-নিম্ন পরাত-
লের উপর উন্মিত থাকিবে আর 'কচ' বলের দ্বারা ঐ পরাতলের
উপর উহার যে ভার গড়িতেছিল, তাহার কতক হ্রাস হইবে।

• যদি 'কথ' বল নিম্নাভিমুখে অর্থাৎ 'থক' অভিমুখে প্রযুক্ত হয়,

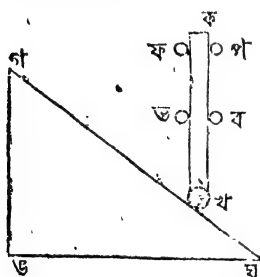
তবে উহাকে ভাগ করিয়া 'রক' 'চক' এই দুইটি বলের কার্য দেখিতে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে 'রক' দ্বারা দ্রব্য নামে আর 'চক' দ্বারা উহা ঐ ধরাতলের উপর চাপিয়া বইসে।

—2095550001—

নবম অধ্যায় ।

[কাজলা বা ক্রোম ।]

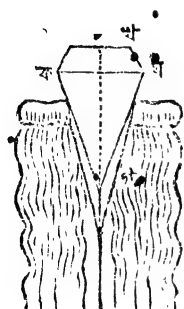
যদি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর কোন দ্রব্যকে না তুলিয়া দ্রব্যটি স্থানান্তরিত তথা স্থির করিয়াই রাখা যায় এবং ধরাতলকে তাহার নীচে বল দ্বারা প্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলেই ঐ ক্রম-নিম্ন ধরাতলের নাম কাজলা অথবা ছেনি হয়। এই প্রকার ক্রম-নিম্ন ধরাতল কঙ্ক নির্মিত হইলে কাজলা এবং ধাতু নির্মিত হইলে ছেনি নামে অভিহিত হয়।



'ক' একটি লৌহময় অর্গল; উহা 'প' 'ক' 'ব' 'ভ' প্রভৃতি ইস্ক্রুপের দ্বারা দুই দিকে এসত বদ্ধ আছে যে উহা কদাপি ঐ দুই দিকে বিক্ষিপ্ত সুরিতে পারে না। কিন্তু উহার উল্কাধো গতির অর্থ্যৎ

'ক' এর বা 'খ' এর দিকে যাইবার কোন প্রতিবন্ধক নাই। এক্ষণে যদি 'গম্ভ' নামক একটি কাজলা লইয়া তাহার স্বক্ষ মুখের দিক্ অর্থ্যৎ 'ঘ' এর দিক্ ঐ অর্গলের নিম্নে প্রবিষ্ট করাইয়া পশ্চাত্তাগ হইতে অর্থ্যৎ 'গম্ভ'র উপর হাতুড়ির আঘাত করা যায়, তবে ঐ 'গম্ভ' ক্রমশঃ 'ক'র নীচে প্রবিষ্ট হইতে থাকে সুতরাং 'খক' উন্নত হইয়া উঠে।

সচরাচর লোকে কাজলার আকার যেরূপ করিয়া থাকে তাহাতে দুইটা ক্রম-নিম্ন পরস্পর তলভাগে সংযুক্ত হইলে যেরূপ হয় ঠিক সেই রূপ দেখায় ।



দেখ, এই 'কখগ' নামক যে বস্তুজলা সে কে-
বল 'কখগ' এবং 'ঘখগ' এই দুইটার সংযোগে
অনিয়াছে শোদ হয় ।

কাজলার ব্যবহার অনেক কুর্মে দেখিতে
পাওয়া যায়। কাঠ চিরিতে কাজলা বুনাইয়া
চিরে ; জাহাজ প্রভৃতি অতি গুরুভার দ্রব্য সম-

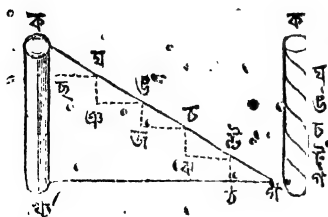
স্তকে উন্নত করিতে হইলে তাহাদিগের নীচে কাজলা প্রবিষ্ট করে ;
কঠিন পাত্ত সকলকে কাটিতে ছেনির উপর আঘাত করিয়া কাটে ।
ফলতঃ কৰ্ত্তনের যত প্রকার উপায় আছে সকলই এই যন্ত্র-মূলের প্রকার
ভেদ নাই । চুরী, কাটারী কুঠার স্খী প্রেক প্রভৃতি যত যন্ত্র সঙ্ক-
লেরই মুখ সূক্ষ্ম এবং ক্রমে স্থূল । উহারা সকলেই কাজলা । কার্য্য
বিশেষে কাজলার মুখ-কোণ স্থূল বা সূক্ষ্ম করিতে হয় । যে সকল
বাটালি দিয়া কাঠ কাটা যায় তাহাদিগের মুখ কোণ ৩০ ত্রিশ অংশ ।
লৌহ কাটার ছেনির মুখ ৫০ হইতে ৬০ অংশ পরিমিত হয়, যা-
হাতে পিত্তল কাটা যায় তাহাদিগের মুখ ৮০ হইতে ৯০ অংশ পর্য্যন্ত
হয় । কাজলা-যন্ত্রের সামান্যতঃ কত বলে এবং কত ভারে হয় তাহা
অদ্যাপি উত্তমরূপে নিরূপিত হয় নাই । এই যন্ত্রটির চমৎকার প্রকৃতি
এই যে, ইহার ব্যবহারে আঘাতরূপ বলই আবশ্যিক হয়, অন্য
প্রকারে প্রযুক্ত বল ইহার সর্বস্থানে কার্য্যকারী হয় না । আরও
ইহার বিশেষ গুণ এই যে, যত আঘাতে কার্য্য করিতেছে সেই আঘা-
তের বল নিরূপণ করিয়া ঐ বলের সমান চাপ দিলেও কাজলা পূর্ব-

রূপ কার্য করে না। সুতরাং চাপকে যে রূপ সকল প্রকার বলের প্রতিনিধি বিবেচনা করিয়া অন্যান্যস্থলে পরিমাণ করিতে পারা যায় এই স্থলে তাহাও পারা যায় না। এই জন্য এই যন্ত্রের সামান্যস্থা নিরূপণ করা অতি দুর্ঘট হইয়াছে। 'উহা' অদ্যাপি কেহ নিশ্চিত করিতে পারেন নাই। ইহার দৃষ্টান্ত দেখ, কুঠার দ্বারা কাঠ বিদীর্ণ হয় এস্থলে বোধ কর যেন কোন কুঠার দশ সের ভারী আর তাহা প্রতি সেকেন্ডে ৫০ হাত স্থান নাশিত্তে পারে তাহা দশ বেগে প্রযুক্ত হইয়া কাঠের ভিতর ২ হাত বসিয়া যায়। তবে ঐ কুঠারের বল ঠিক $৫০ \times ১০ = ৫০০$ সের বা ১২২ মণ। কিন্তু যদি ঐ কুঠারকে কাঠের উপর বসাইয়া তাহার উপরি ১২২ মণ ভারী কোন দ্রব্যকে ১ হাত উদ্ধ হইতে চাপাইয়া দেওয়া যায় তাহাতে উক্ত কুঠার কখনই ২ হাত প্রবেশ করিতে পারে না। ইহা যে কি জন্য পারে না তাহা বলা অতি কঠিন। কিন্তু এ স্থলে যে চাপ আঘাত-বলের প্রতিনিধি হইতে পারে না তাহা স্পষ্টই দেখাইতেছে।

দশম অধ্যায়

(স্ক. যন্ত্র ।)

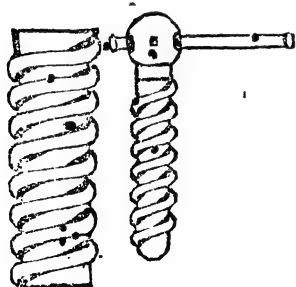
(স্প্রিং ও কম নিম্ন ধাতবের প্রকার ভৈদ মাত্র ।)



‘কথ’ নামক স্তম্ভাকার কাঠ দণ্ডে ‘কথগ’ নামক কাগজ নির্মিত একটি সমকোণ ত্রিভুজের ‘কথ’ দিক অর্থাৎ দিগা মুড়িয়া দেও। তাহার পর ঐ কাগজখানিকে

‘কথ’ এর গায়ে যড়াইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহা ঠিক পার্শ্ব-বর্তী অপর প্রকৃতির ন্যায় হইয়াছে। উহাই স্ক্রু যন্ত্রের প্রতিক্রিয়া। এই স্থলে দেখা যাইতেছে যে, সমুদায় কাগজ নির্মিত ধরা তলটা সমান পাঁচ ভাগে বিভক্ত হইয়া স্তম্ভের গাত্রে পাঁচটা সূত্রাকারে পরিণত হইয়াছে। সেই সূত্রের এক এক পাক ‘কথ’ ‘য়ঙ’ ‘ঙচ’ ‘চট’ ইহার। সকলেই পরস্পর সমান, আর সেই সূত্রদিগের পরস্পর দূরত্ব ‘কথ’ বা ‘দণ্ড’ অথবা ‘ঙজ’ কিম্বা ‘চনা’ ইহারও পরস্পর সমান। অতএব এতাদৃশ যন্ত্রে এক এক পাক ঘুরিয়া যাইলে স্বাভাবিক ‘কথ’ প্রভৃতি স্থান মাত্র উন্নত হওয়া যায়। অতএব ক্রম নিম্ন ধরা তলে যেমন দৈর্ঘ্যকে বল দ্বারা, এবং উচ্চতাকে ভার দ্বারা পূরণ করিয়া গুণ-ফল সমান হইলেই সাম্যাবস্থা নিরূপিত হয়, এই স্থলেও অবশ্য সেইরূপ হইবে। অর্থাৎ সূত্র-দূরত্বকে ভার দিয়া গুণ, আর সূত্রের বেফন্দকে বল দ্বারা পূরণ করিয়া ঐ দুই গুণ-ফল সমান হইলেই স্ক্রু-যন্ত্রের সাম্যাবস্থা অবধারিত হইবে।

পরন্তু স্ক্রু-যন্ত্রের ব্যবহারে প্রায়ই উহার সহিত একটা দণ্ড যন্ত্রের সংযোগ থাকে, তাহা হইলে বলের আরও লাভ হয়। ঐ দণ্ড যন্ত্রের



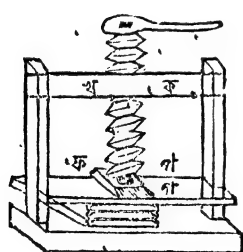
শুরণে যে পরিধি জন্মে সেই পরিধি-পরিমাণ দ্বারা বল গুণিত হয় আর সূত্র-দূরত্ব দ্বারা ভার গুণিত হয়। সুতরাং দণ্ড-যন্ত্রকে যত বড় করা যাইবে আর সূত্র দূরত্বকে যত অল্প করিয়া যাইবে এই যন্ত্র দ্বারা ততই কমে লেগে লাভ হইতে পারে।

পরন্তু কার্যকালে এইরূপ হইয়া উঠে না। কারণ দণ্ড-যন্ত্রকে অধিক দীর্ঘ করিতে গেলে তাহাকে সচল করা দুষ্কর হয় আর স্ক্রু

স্বত্বদিগকে অধিক সূক্ষ্ম না করিলে পরস্পর নিকটবর্তী করা যায় না । কিন্তু অধিক সূক্ষ্ম করিতে গেলেই ঐ স্বত্বগুলি দুর্বল হইয়া পড়ে, সুতরাং অল্প চাপ পড়িলেই ভাঙ্গিয়া যায় ।

স্ক্র বাবহারে প্রায়ই দুইটি স্ক্র ব্যবহার হয় । তন্মধ্যে একটির স্বত্ব স্ক্র উপরিভাগে কাটা থাকে, আর একটি ঠিক তাহার বিপরীত রূপ হয় । সেই দ্বিতীয় স্ক্র নাম আবরণ স্ক্র । ঐ আবরণ স্ক্র শূন্য-গর্ত এবং তাহার স্বত্ব সকল ভিতরের দিকে থাকে । উহার যে স্থান উচ্চ প্রকৃত স্ক্র সেই স্থান হাত । এইরূপে উহার পরস্পর কামড়াইয়া বসে । কোন কাঠে স্ক্র বিদ্ধ করিয়া পুনরায় তুলিয়া লইলে ঐ কাঠ-ছিদ্রে ঠিক স্ক্র দাগ পড়িয়া থাকে দেখিতে পাওয়া যায় । ঐ দাগ যেমন দেখায় আবরণ স্ক্র ভিতরে অবিকল ঐরূপ স্বত্ব কাটা থাকে ।

স্ক্র প্রয়োগের অণা নানা প্রকার । কোথাও আবরণটি স্থির থাকে প্রকৃত স্ক্রটি তাহার ভিতর দিয়া যায়, কোথাও বা প্রকৃত স্ক্র ঘুরে না কিন্তু আবরণটিকে ঘুরাইলেই উহা নামিতে উঠিতে পারে । এই উভয়বিধ স্ক্রর নিম্ন ভাগে প্রতিক্রম প্রদর্শিত হইতেছে । ইহার ‘কথ’

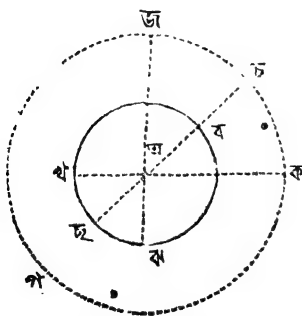


স্থানে আবরণ স্ক্র আছে । ঐ স্থান সরে না, কিন্তু দণ্ড-যন্ত্র দ্বারা স্ক্রতে পাক দিলে উহা স্বয়ং নামিয়া আইসে, সুতরাং ঐ স্ক্র মুগস্থিত ‘পক’ ফল-কের নিম্নস্থিত তাবৎ বস্তুতে চাপ পড়ে ।

একাদশ অধ্যায় ।

[অক্ষ-চক্র—বিষম-অক্ষ—বাকী—দন্তর চক্র—মুকুট দন্তর—পার্শ্ব দন্তর—সমন-
দন্তর—ধাবক দন্তর]

দণ্ড-যন্ত্র অবলম্বের উপর যুরে ইহা পূর্বেই বলা হইয়াছে। সুতরাং দণ্ড-যন্ত্রের প্রয়োগ কালীন তাহার দীর্ঘ ভূজ দ্বারা একটি সহদ্রুতি, এবং ক্ষুদ্র ভূজের দ্বারা একটি অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র রক্ত জন্মে। এই দুই রক্ত চিত্রিত করিলে, ক্রিয় প হয় নিম্নে তাহার প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। এই স্থলে বোধ হইতেছে যে, ‘খক’ দণ্ড

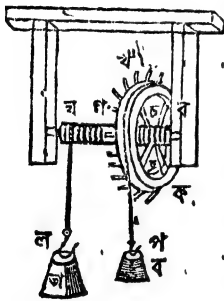


‘অ’ এর উপর স্থরিয়া কখন ‘ছ’ এবং কখন ‘মাজ’ ইত্যাদিতে ‘অ’ এর চতুর্দিকে অবস্থিত হইয়াছিল। আর ‘ক’ স্থানে বল প্রয়োগ করাতে তার এবং বনের যে সম্বন্ধ ছিল, যখন ‘ক’ ‘চ’ স্থানে

এবং ‘খ’ ‘ছ’ স্থানে যাইয়া উপস্থিত হইল; তখনও সেই সম্বন্ধের কিছু মাত্র অনাথা হয় নাই। অতএব যদি ‘খক’ একটি মাত্র দণ্ড না থাকিয়া ‘অ’ নামক অবলম্বের উপর ‘খক’ এর সমান যথা, ‘চছ’ ‘মাজ’ প্রভৃতি অনেকগুলি দণ্ড থাকে, এবং বল প্রয়োগ কালীন তাহার কখন একটিকে কখন অপরটিকে, স্থরিয়া বল প্রযুক্ত করা যায় তাহা হইলেও ফলের অনাথা হইতে পারেনা।

এই প্রকার যন্ত্রের নাম অক্ষ-চক্র। এই স্থলে দীর্ঘ ভূজের দ্বারা যে রক্ত জন্মে তাহাই চক্র, যথা ‘কচজপ’ এবং ক্ষুদ্র ভূজের দ্বারা যে

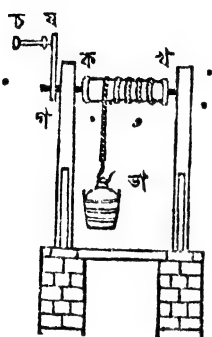
রক্ত জন্মে তা'হাই অক্ষ; যথা 'খ'ছ'বাব'। এই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা নিরূপণ করিতে হইলে দীর্ঘ ভুজ বা চক্রের ব্যাসার্দ্ধ লইয়া বলের সহিত গুণ করিতে হয়, আর ক্ষুদ্র ভুজ বা অক্ষের ব্যাসার্দ্ধ লইয়া ভারের সহিত পূরণ করিতে হয়। ঐ দুইগুণ-ফল সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জানা যায়। 'যেমন দণ্ড-যন্ত্রকে বলমধ্যক করিলে বলের ক্ষতি হইয়া বেগের লাভ হয়, আর ভার-মধ্যক করিলে তাহার বিপরীত ঘটে, অর্থাৎ বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হয়, এই যন্ত্রেও অবিকল সেইরূপ ঘটে। অক্ষ বল এবং চক্রে ভার থাকিলে বেগের লাভ আর চক্রে বল এবং অক্ষে ভার থাকিলে বলের লাভ হয়।



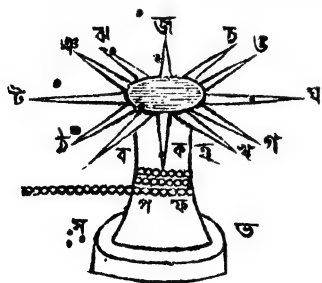
এই একটি অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি। 'কখগ' নামক চক্রের এক স্থানে এক গাছি রজ্জু র এক দিক জড়াইয়া বদ্ধ আছে। সেই রজ্জুর অন্য প্রান্ত 'প' নামক স্থান হইতে বল প্রদত্ত হয়। 'গঘন' নামক অপর এক গাছি রজ্জু 'ঘগচ' নামক অক্ষেতে 'বখর' রজ্জুর বিপরীত ভাবে

জড়ান আছে; অতএব ঐ রজ্জু দ্বারা 'ভা' নামক ভারী ঝুলিতেছে তাহা যদি যন্ত্রের বাম পাশে থাকে তবে চক্রবদ্ধ 'বখর' রজ্জু 'ব' নামক বল সমেত যন্ত্রের দক্ষিণ পাশে ঝুলিবে। এইরূপ হইলে যখন 'ব' আপন ভারে নামিবে তখন চক্র 'খগহ' অভিমুখে ঘুরিবে, অক্ষও ঐ চক্রের সহিত ঘুরিবে, সুতরাং 'খল' রজ্জু তাহাতে গুটাইয়া যাঁইবে এবং তাহা হইলেই 'ভা' উঠিতে থাকিবে। যদি এই স্থলে চক্রের ব্যাসার্দ্ধ ২ হাত এবং অক্ষের ব্যাসার্দ্ধ ১ হাত এবং বলের পরিমাণ ৪ পের হয় তবে ভার $(2 \times 8 \div 4) = 16$ সের হইবে। এস্থলে যদি 'ব' কত নামিল

এবং 'ভা' কত উঠিল ইহা পরিমাণ করিতে হয়, তবে স্পষ্ট দেখা যাইবে যে, 'ব'য়ের দড়ি ৪ হাত খুলিয়া আসিলে 'ভা'য়ের দড়ি ১ হাত মাত্র শুইয়াইবে। অতএব দেখ যেন বঁলে চতুর্গণ লাভ হইতেছে তেমনি বেগ চাঁরি ভাগ মাত্র পাওয়া যাইতেছে। . .



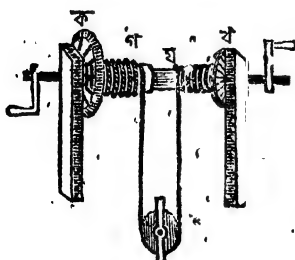
না বটে, কিন্তু কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝিলে 'গঘ' দশকেই 'চক্রের ব্যাসার্ধ স্থানীয় বলিয়া বোধ হইবে। অতএব যদি 'গঘ' ২ হাতি, অক্ষের ব্যাসার্ধ ৩ হাত এবং বলের পরিমাণ $\frac{1}{8}$ সেরা বলিয়া অবধারিত হয়, তবে ভার $(2 \times 8) \div 3 = 1\frac{1}{3}$ হইবে।



জাহাজের উপর এবং যে ঘাটে
জাহাজ লাগায় এমন-ঘাটে, এই
একার অক্ষ-চক্র থাকে উহার মা-
থার চারি দিকে 'ক' 'খ' 'চ' 'বা'
প্রভৃতি দণ্ডসকল আছে। এক এক
জন লোক উহার এক একটা দণ্ড

ধরিয়া পাক দিলেই 'বণভূহ' নামক লক্ষ্য 'সুরিতে' থাকে। সুতরাং
জাতীক 'কপ' নামক যে বস্তু জড়ান থাকে তাহাও 'রিপারীক' ভাবে

ঘাটের কাছে আসিয়া থাকে। এই যন্ত্রের ইংরাজী নাম “কাপ-স্টান” শব্দের অপভ্রংশে এতদ্দেশীয় সাধারণ লোকে উহাকে ‘কাপ্তান’ বলে। এই যন্ত্রে কত বলের কতভার সামান্যস্থ হয় বিবেচনা করিতে হইলে কতগুলি লোকে যত বল দিয়া দণ্ড সকলে পাক দেয় তাহার সমষ্টি লইতে হয়। যদি কোন কাপ্তান-যন্ত্রের দণ্ড ৪ হাত পরিমিত হয় ও তাহার মধ্যস্থলের অর্থাৎ অক্ষের ব্যাসার্ধ ২ হাত হয় আর তাহার ৫ জনে, প্রতি ব্যক্তি ৬ মণ পরিমিত বল দিয়া ঘুরাইয়া থাকে, তবে বলের পরিমাণ $৫ \times ৬ = ৩০$ মণ অবধারিত হইল। সূত্রানুসারে ভার $(৩০ \times ৪) = ১২০$ মণ হইবে। সুড়ি উড়াইবার লাটাই, সূত্র গুটাইবার চরকি, এ সমুদায় ও অক্ষ চক্র বস্তু। উহাদিগের বাঁট অক্ষ এবং পেট চক্র। চরকাও একটা অক্ষ-চক্রের উদাহরণ স্থল। চরকার কাণচক্রের কার্য করে, উহার ব্যাস সেই চক্রের অক্ষ হয় এই অক্ষ ঘুরিলে পাখি সনেত হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িও বাস্তবিক একটা চক্র মাত্র। পূর্বে যাহা যাহা কথিত হইল তদ্বারা অবশ্য বোধ হইয়া থাকিবে যে, এই যন্ত্রে চক্রকে যত বড় এবং অক্ষকে যত সৰু করা যায়, ততই বেগের ক্ষতি, ও বয়ের লাভ হয়। কিন্তু চক্র নিতান্ত বৃহৎ হইয়া উঠিলে উহা হইয়া কোন কার্যই করা যায় না আর অক্ষও নিতান্ত ক্ষম হইলে কিছুমাত্র ভার সহিতে পারে না, অর্থাৎ অত্যল্প মাত্র ভারে ভাঙ্গিয়া পড়ে। এই বৈষম্য নিবারণার্থে একটা অতি সুন্দর উপায় অবধারিত হইয়াছে।



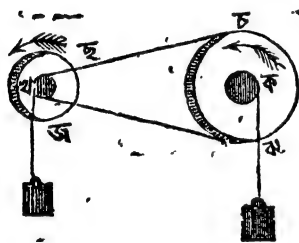
‘কথ’ অক্ষের এক ‘ভাগ’ ‘কগ’ কে স্থল করিতে হয় এবং অপরভাগ, ‘ঘথ’ কে অপেক্ষাকৃত ক্ষম করিতে হয়। এইরূপ করিয়া একগাছি দড়ি এমত রূপে জড়াইয়া দিতে হয় যে, তাহার

থাকিলে 'ক' হইতে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ খুলিয়া আইসে । এক্ষণে দেখ যুরিবার সময়ে সমুদায় অক্ষ একেবারে পাক লাগিবে, কিন্তু সেই এক পাকের 'ক'গ'য়ে যত দৃষ্টি জড়াইয়া যাইলে, 'ক' হইতে কদাচিৎ তত খুলিবে না; সুতরাং কপি-বন্ধ ভার কিঞ্চিৎ উন্নত হইবে । ফলতঃ 'ক'গ' ভাগের 'পরিধি-পরিমাণ' এই ভারের উন্নতি, আর 'ক'গ'য়ের 'পরিধি-প্রমাণ' উহার অবনতি হইতে থাকিবে । অতএব 'ক'গ' ভাগের ব্যাসার্ধ পরিমাণ বিমুক্ত করিলে, যে সংখ্যা হয় সেই পরিমাণ ব্যাসার্ধ একটা অক্ষ ব্যবহারের যে ফল, আর এই বিষমাক্ষ ব্যবহার করিতেও ঠিক সেই ফল হইবে । অথচ যে অক্ষকে অধিক সৰু করিয়া অশুদ্ধ করিতে হয় নাই ।

যেমন অনেকগুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রিত করিয়া মিশ্র-দণ্ড-যন্ত্র প্রস্তুত করা যায় এবং তাহা করিলে অনেক প্রকার কার্যের সুবিধা হয়, সেইরূপ অনেকগুলি অক্ষ-চক্রের মিলনে মিশ্র-অক্ষ-চক্র জন্মে, তাহার দ্বারাও কার্যের যথেষ্ট সৌকর্য্য ঘটিয়া থাকে । বিশেষ এই যে, দণ্ড-যন্ত্রের দ্বারা একেবারে অতি শীঘ্র অতি প্রবলতর চাপ পড়ে, মিশ্র-অক্ষ-চক্র দ্বারা বহুক্ষণ ধরিয়া সমভাবে বল প্রয়োগ হয়, কিন্তু সেই বলের পরিমাণ করিবার নিয়ম মিশ্র-দণ্ড-যন্ত্র হইতে স্বতন্ত্র নহে । অর্থাৎ যতগুলি চক্র থাকে, তাহাদিগের ব্যাসার্ধ সমান্তর গুণ-ফলকে বল দ্বারা পূরণ করিয়া এবং যতগুলি অক্ষ থাকে, তাহাদিগেরও ব্যাসার্ধ সমান্তর গুণ-ফলকে ভার দ্বারা পূরণ করিয়া এই দুই পূরণ-ফল সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জানা যায় । মিশ্র-অক্ষ-চক্র প্রস্তুত করিবার নানাবিধ উপায় আছে । তন্মধ্যে কএকটির উল্লেখ করা যাইতেছে ।

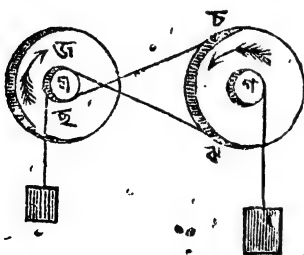
একটা চক্র যুরিতেছে, যদি এক গাছি দীর্ঘ রজ্জু বা চর্ম্ম, অথবা শৃঙ্খল এই চক্রের গায়ে বেষ্টিত করিয়া আর একটা চক্রের অক্ষে পরিবেষ্টিত করিয়া বন্ধন করা যায়, তাহা হইলে এই দ্বিতীয় চক্রও

স্মরণে আরম্ভ করে। চরকার টুকু যে প্রকারে ঘুরে তাহা বিবেচনা করিলেই ইহা স্পষ্ট বোধ হইতে পারিবে। চরকার হাঁড়ি ঘুরে এবং সেই হাঁড়িকে বেষ্টিত করিয়া এক গাছি তাঁইত টুকুতে পরিবেষ্টিত হয়, সেই যোগেই টুকুর ভ্রমণ হইতে থাকে। এইরূপে যে রজ্জ্বাদি সংযুক্ত হয়, তাহার নাম 'বন্ধনী'। বন্ধনী সরলভাবে দেওয়া যায়, এবং ফের দিয়াও দেওয়া যায়। সরলভাবে বন্ধনী পরিহিত করাইলে উভয় চক্রের গতি এক দিকে হয়, ফের দিয়া দিলে চক্রদ্বয় পরস্পর বিপরীত মুখে চলে !



‘ক’ এবং ‘খ’ নামক দুই চক্র ‘চছজবা’ নামক একটি সরল-বন্ধনী দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়াছে। যদি ‘ক’ নামক চক্রের গতি উহার অন্তর্গত শরাভিমুখে হইতে থাকে তবে ‘খ’

চক্রও তৎসম্মিহিত শরাভিমুখে গমন করিবে। সুতরাং উহাদিগের উভয়ের গতি এক দিকেই হইবে।



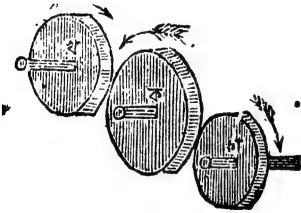
কিন্তু ‘গ’ ‘ঘ’ নামক যে এই অপর দুই চক্র বিপর্যাস্ত-বন্ধনী কর্তৃক পরিবেষ্টিত হইয়াছে তাহাদিগের গতি পরস্পর বিপরীত দিকে স্ব স্ব শরাভিমুখে হয়। বন্ধনী দ্বারা অতি দূর হই-

তেও গতিসংক্রমণ হইয়া থাকে। কোন যন্ত্রালয়ের ছাদের নিকট যদি একটি চক্র বা অক্ষ-দণ্ড স্থাপিত থাকে, বন্ধনী যোগে সেই গৃহের নীচের চক্রকেও তদ্বারা ঘূর্ণিত করিতে পারা যায়—প্রাচীরাদিতে

ছিত্র করিয়া এক ঘর হইতে অন্য ঘরেও, ঐ গতি সংক্রামিত করা যায়—আর বন্ধনী সংযোগের প্রকার ভেদ করিলে, এক প্রকার গতি হইতে নানা প্রকারের গতি উৎপাদন করা যায় ।

কিন্তু যেখানে অল্প স্থানের মধ্যেই কার্য সম্পন্ন করা আবশ্যিক হয়, সে স্থলে স্বল্পবাহার বাবহার হইতে পারে না। তথায় কার্য বুঝিয়া—চক্রের প্রকার ভেদ করিতে হয়। যদি অধিক বলের আবশ্যকতা না থাকে তাহা হইলে চক্রগুলির ধীর চর্মারত করিয়া গায়ে লাগাইয়া রাখিলেই একটি ঘুরিলে সকল গুলি ঘুরে চর্মদ্বারা আর্ত করিবার তাৎপর্য এই যে, চর্মে চর্মে ঘর্ষণ হয়, ঘর্ষণ না হইলে কেবলমাত্র গায়ে ঠেকিয়া থাকিলেই একটি ঘুরিলে সকল চক্রগুলি ঘুরিতে পারে না।

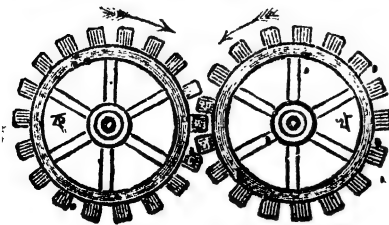
সুতরাং কলে এইরূপ করে। তা-



হার প্রতিকৃতি এই। ‘ক’ একটি বৃহৎ চক্র। উহার পার্শ্ব চর্মে মোড়া। উহা ঘুরিলেই উহার পার্শ্বে যে, ‘গ’ ‘খ’ প্রভৃতি চক্র

থাকে তাহারাও ঘুরে। ঐ সকল চক্রের মধ্য ভাগে এক একটি টকু থাকে। তদ্বারা সূত্র প্রস্তুত হয়।

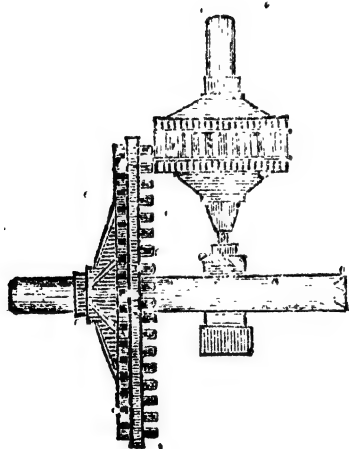
কিন্তু গতি সংক্রমণের সর্বাপেক্ষা প্রসিদ্ধ উপায় দন্তর-চক্র। এক প্রকার দন্তর-চক্রের প্রতিকৃতিই এই। এই প্রতিকৃতি দর্শনে বিল-



চক্রের ‘চ’ দন্তকে নীচে ঠেলিয়া দিবে তাহার পর স্পর্শেই আবার ‘ক’ আসিয়া ‘ক’কে ঠেলিয়া দিবে, এহে ‘ক’র গতি’ প্রতিকৃতি।

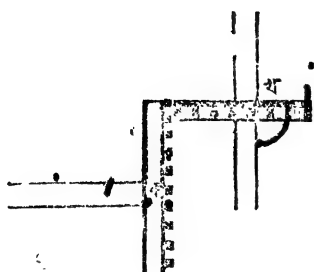
হওয়াতে 'ক' চক্রটিও নিজ শরাস্ত্রিমুখে জামিত হইবে। দস্ত গুলির আকার এমত করা আবশ্যক যেম পরস্পর ঘর্ষণে ভয় বা শীঘ্র ক্ষয় হইয়া না যায়। এই জন্য অধিক স্থলেই দস্তের আকার এমত করা যায় যেম, তাহার উপরস্পরে স্পর্শিক ঘর্ষণ নী করিয়া গাড়ির চাকা রাস্তার উপর দিয়া ঘেরূপ গড়াইয়া যায়, সেইরূপ উপরে উপরে গড়াইয়া পড়ে।

কিন্তু ঐ প্রতিকৃতিতে চক্রদ্বয়ের 'দুর্ভাগ' যে প্রকার তাহা দেখি- সেই বোধ হইবে যে, উহার উভয়ে এক সমতলে থাকিলেই পরস্পর যোগে ঘর্ষিত হইতে পারে। অর্থাৎ যদি ঐ দুই চক্র, গাড়ির চাকা যেমন খাড়া হইয়া থাকে, সেই প্রকার, অথবা কুস্তকারের চক্র যেমন



শুইয়া থাকে সেইরূপে, পরস্পর নিকটবর্তী হইয়া সন্নিবেশিত হয় তাহা হইলেই ঐরূপ দস্তর চক্রের কার্য হইতে পারে। কিন্তু যদি একখানি চক্রকে গাড়ির চাকার ন্যায় অর্থাৎ লম্ব ভাবে, এবং অপর চক্রকে কুমারের চক্রের ন্যায়, অর্থাৎ সমতলে ঘর্ষিত করিবার প্রয়োজন হয়,

তাহা হইলে উক্ত প্রকার চক্র দ্বারা নির্বাহ হইতে পারে না। তজ্জন্য যে প্রকার দস্তর চক্রের প্রয়োজন তাহার নাম স্কট-দস্তর। তাহার

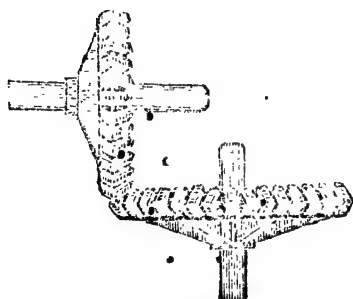


প্রতিকৃতি এই। 'ক' নামক চক্র মুকুট দন্ডের, 'খ' সামান্য দন্ডের। 'ক' গাড়ির চাকশর ন্যায় লম্বমান ঘূর্ণিত হচ্ছে। তাহার দন্ত যোগে 'খ' নামক চক্র কুন্তকারের চক্রের ন্যায়

সমতলে ঘূর্ণিত হইতেছে।

পূর্ববর্তী দুই প্রতিকৃতি বিবেচনা করিয়া দেখিলেই ঘণ্টা-যন্ত্রের ভিতর মুকুট-চক্র কিরূপ চক্রকে সমতলে ভ্রামিত করে তাহা স্পষ্ট অনুভূত হইবে।

কিন্তু যেখানে ঠিক লম্বমান ঘূর্ণিত কোন চক্র দ্বারা ঠিক সমতলে ঘূর্ণিত চক্রের গতি উৎপাদন করিতে না হয়, প্রত্যুত, ঐ চক্রদ্বয় পরস্পর তির্যক্ ভাবে থাকে তথায় মুকুট-চক্রেও কোন কার্য্য হয় না। সেই স্থলে চক্রদ্বয়ের দন্ত গুলিও উচিতরূপে বক্র করিয়া গঠন

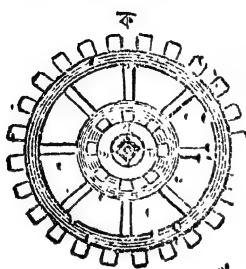


করিতে হয়। তাদৃশ চক্র সারলের নাম 'বক্র-দন্ডের'। পাশ্চ ভাগে তাহার একটি প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। অস্পষ্ট যন্ত্রে এইরূপ পুষ্পাকার চক্র দেখিতে পাওয়া যায়।

এইরূপে চক্র সকল নানাবিধ হয়, এবং সেই বিবিধ প্রকার চক্র গতিকে বিবিধ প্রকারে সংক্রামিত করিয়া অশেষ প্রকার কার্য্য নির্বাহিত হইতে পারে।

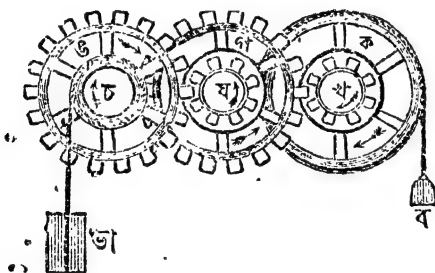
যদি চক্রের অক্ষটী দন্ডের হয়, তাহা হইলে উহার নাম পদ্বিবর্ত্তিত

ছইয়া যায় । 'দন্তর-অক্ষকে' অক্ষ না বলিয়া 'পক্ষ' বলা গিয়া থাকে, এবং তাহার দন্ত সমস্তকে দন্ত না বলিয়া 'পত্র' বলা যায় । 'ক' দন্তর



চক্র, 'খ' উহার 'পক্ষ' এবং 'চ' 'ছ' প্রভৃতি সেই পক্ষের 'পত্র' । দন্তর চক্র এবং পক্ষাদি সংযোগে ভার এবং সাম্যাবস্থা কিরূপ নিরূপিত হয় এক্ষণে কথিত হইতেছে । পরবর্তী প্রতিক্রিয়াতে 'ক' নামক চক্রের 'খ' পক্ষে 'গ' দন্তর চক্র সংলগ্ন হই-

য়াছে, আবার সেই 'গ' এর 'ঘ' নামক পক্ষে 'ঙ' নামক দন্তর চক্র লগ্ন রহিয়াছে । সেই 'ঙ'র 'চ' নামক অক্ষে রজ্জুবদ্ধ 'ভা' নামক ভার ঝুলিতেছে । যদি 'ক' এর ব্যাসার্ধ ২ হাত, 'গ' এর ব্যাসার্ধ



৩ হাত, 'ঙ' এর ব্যাসার্ধ ৪ হাত, 'খ' এর ব্যাসার্ধ $\frac{1}{2}$ হাত, 'ঘ' এর

ব্যাসার্ধ $\frac{1}{3}$ হাত, 'চ' এর ব্যাসার্ধ $\frac{1}{8}$ হাত হয়, আর 'ব' / ৪ সেরাধাকে,

$$\text{তবে } ২ \times ৩ \times ৪ \times ৮ = \frac{১}{২} \times \frac{১}{৩} \times \frac{১}{৪} \times \text{ভা} \cdot ২৪ \times ৮ = \frac{১}{২৪} \times \text{ভা} \cdot ২৪ \times ২৪ ৮ =$$

ভা, অথবা $২৪ \times ২৪ \times ৪$ সের = ভা, 'ভা' = ২৩০৪ সের, বা ৫৭।৪ ।

বাষ্পীয় যন্ত্র ।

প্রথম অধ্যায় ।

ইউরোপীয়দিগের নির্মিত সর্বপ্রকার যন্ত্র অপেক্ষা বাষ্পীয় যন্ত্র অধিক কার্যে লাগে । বাষ্পীয় যন্ত্রের প্রয়োগ প্রায় সকল কর্মেই হইতে পারে । জলতুলনা, গাড়ি টানা, জাহাজ টানা, স্বত্র প্রস্তুত করা, বস্ত্র বুনা, পুস্তকাদি মুদ্রিত করা প্রভৃতি যাবতীয় কর্ম এক বাষ্পীয় যন্ত্র দ্বারাই সম্পন্ন হইয়া থাকে । সুতরাং বাষ্পীয় যন্ত্রকে যেমন যেমন কার্যে নিযুক্ত করা যায়, ইহার প্রকৃতিও সেইরূপে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত করিতে হয় । কিন্তু সেই সকল উহার অবান্তর ভেদ মাত্র । বাষ্পীয় যন্ত্র মাত্রেরই মূল প্রকৃতি একপ্রকার । এই প্রকরণে তাহাই বর্ণিত হইবে ।

কিন্তু এই যন্ত্রের কএকটি প্রধান প্রধান অঙ্গ আছে, তাহার বিবরণ অগ্রে অবগত না হইলে সমুদায়টী একবারে হৃদয়ত করা কঠিন হয়, অতএব ক্রমশঃ একটী একটী করিয়া এই যন্ত্রের সকল অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বিবরণ প্রকাশ করা যাইতেছে ।

[বাষ্প কি ?]

তাপ-বিজ্ঞানে এই প্রশ্নের উত্তর সবিশেষ করা যাইতে পারে, এক্ষণে এই মাত্র বলিব্য যে, তাপের একটী প্রধান ধর্ম বিস্তারণ । যে দ্রব্য তাপ সংযুক্ত করা যায় সেই বিস্তৃত হয় । কত তাপে কখন দ্রব্য কত বিস্তৃত হইতে পারে, তাহা পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত করিয়াছেন ; এবং তাহারা এ প্রকার এক যন্ত্রের সৃষ্টি করিয়াছেন যে, তদ্বারা কখন দ্রব্যে কখন কত তাপ সংযুক্ত হইয়াছে তাহা

নিশ্চয় বলিতে পারেন। সেই যন্ত্রের নাম 'তাপমাত্রা-যন্ত্র'। তাপ-
মাত্রা-যন্ত্র দ্বারা জলধারণিত হয় যে, জলে ২১২ অংশ তাপ প্রবেশিত
হইলেই জলের যোগাকর্ষণ শক্তি এতটুকু হইয়া যায় যে, উহা
তারল্য ভাব পরিহার পূর্বক বায়বীয় ভাব ধারণ করে। জল সেই
বায়বীয় ভাব প্রাপ্ত হইলেই তাহার নাম বাষ্প হয়।

জল যখন বাষ্প হয় তখন পূর্বাপেক্ষা অধিক আয়তন সম্পন্ন হইয়া
থাকে। ইহা নিরূপিত হইয়াছে যে, জল বাষ্প হইলে পূর্বায়তনের
১৭২৮ গুণ অধিক বিস্তৃত হয়। সুতরাং যে পাত্রের জল থাকে তাহার
সমুদায় জল বাষ্প হইলে উহা কদাচিৎ আর সেই পাত্রের নিকট
থাকিতে পারে না। তাহার বিস্তৃতি অধিক হওয়াতে বাষ্প ঐ
পাত্রকে বিদীর্ণ করিয়া বাহির হইবার চেষ্টা পায়। এইজন্যই
কখন কখন 'ভাপ্রার হাঁড়ী' ফাটিয়া যায়—ভাতের হাঁড়ীর মুখে
কিয়ৎক্ষণ শরা চাপা থাকিলে সেই শরা উদ্ঘাটন করিয়া বাষ্প বাহির
হইতে থাকে—এবং বাষ্পের এইরূপ বলকেই অবলম্বন করিয়া ইউ-
রোপীয়দিগের বাষ্পীয় যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

পরন্তু ২১২ তাপাংশে জল বাষ্প হয় বটে। কিন্তু যদি যেমন বাষ্প
জন্মে অমনি বাহির হইয়া যাইতে পায়, তাহা হইলে বাষ্পের বল
অধিক হয় না। বাষ্পকে পাত্রের মধ্যে বদ্ধ করিয়া যদি জলে জ্বাল
দেওয়া যাইতে থাকে তাহা হইলেই বাষ্পের বল অধিক হয়। ইহার
কারণ এই যে, জলের উপর, যত অধিক চাপ থাকে তত অধিক
তাপাংশে তাহার বাষ্পোৎপাদন হয়, এবং যত অল্প চাপ থাকে তত
অল্প তাপাংশে বাষ্প জন্মে। অল্প তাপাংশে যে বাষ্প জন্মে
তাহার বিস্তারণ শক্তি কখনই অধিক তাপাংশজাত বাষ্পের তুল্য
হইতে পারে না। যে হেতু তাপের বিস্তারণ ধর্মই বাষ্পের বিস্তা-
রণ গুণ জন্মে। সুতরাং তাপাংশের তীব্রতামানুসারে বাষ্পেরও
বিস্তারণ গুণের ন্যূনাধিক্য হইবে ইহাতে আশ্চর্য্য কি ?।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান

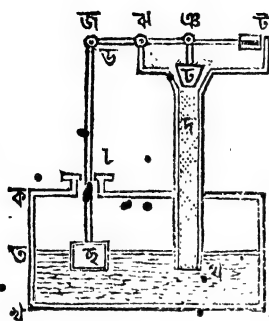
[হাঁড়ি ।]

যে পাত্রে জল রাখিয়া অগ্নিসংযোগ দ্বারা সেই জলকে বাষ্প করা যায়, সেই পাত্রের নাম হাঁড়ি। বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ির গঠন নানা প্রকার হয়। কিন্তু গোলাকার হইলে জলের অধিক স্থানে তাপ পায় বলিয়া হাঁড়ির আকার শূন্য-গর্ত গোল যন্ত্রের ন্যায় 'করাই-দর্শক' প্রসিদ্ধ হইয়াছে।

লৌহের বা তাম্রের অতি স্থূল স্থূল পাত প্রস্তুত করিয়া সেই সকল পাত হুড়িয়া বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি নির্মাণ করিয়া থাকে। কিন্তু হাঁড়ি যতই শক্ত হউক না কেন তাহার নীচে যে রূপ জ্বাল পায়, তাহাতে উহা অতি শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যাইবার সম্ভাবনা। সকলেরই বিদিত আছে, কোন মৃণ্ময় পাত্রেই চুল্লীর উপর সংস্থাপিত করিয়া যদি উহাতে কিয়ৎক্ষণ জ্বলাদি কোন পদার্থই না দেওয়া যায়, তাহা হইলে পাত্রটি অতি শীঘ্রই ফাটিয়া যায়। ধাতু পাত্রেও এইরূপ ঘটিতে পারে। ধাতু মাত্রেরই অধিক উত্তপ্ত হইলে তাহার সহিত ভূবায়ুস্থিত অক্সিজেন-বায়ুর রাসায়নিক সংযোগ হয়। সেই সংযোগ বশতঃ ধাতু মাত্রেরই মড়ি পড়ে এবং উহারা ক্ষয় হইয়া যায়। কিন্তু যদি ধাতু পাত্রে জল থাকে তবে পাত্রটি যতই কেন উত্তপ্ত হউক না, তাহার অধিকাংশ তাপ জলে যায়, এবং জলও বাষ্প হইয়া ঐ তাপকে অন্তর্হিত করিতে থাকে। সুতরাং জল-পূর্ণ থাকিলে পাত্র বিদীর্ণ হয় না।

[জল-নিয়ামক ।]

অতএব বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি যাহাতে সর্বদা জল-পূর্ণ থাকে এমন কোন উপায় করা নিতান্ত আবশ্যিক। তন্নিমিত্ত অতি স্বকৌশলমুর্খক বাষ্পীয় হাঁড়িতে একটি যন্ত্র-বিশেষ সংযুক্ত থাকে। তাহার নাম 'জল-নিয়ামক' উহা প্রকৃতি পর পৃষ্ঠার প্রতিকৃতি দর্শনে স্পষ্টরূপে বোধগম্য হইবে।



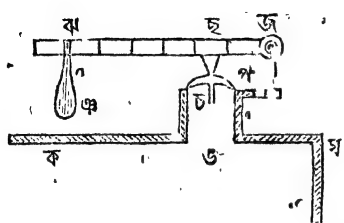
‘কখগঘ’ যেন বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি। উহার উপরিভাগে ‘চ’ নামক একটি ছিদ্র আছে। সেই ছিদ্রের ভিতর দিয়া ‘জচছ’ নামক একটি দণ্ড প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডটি ঐ ছিদ্রে এমন ঠিক হইয়া বইসে যে, কি বা-
 ছরের বায়ু, কি হাঁড়ির ভিতরের বাষ্প, কিছুই উহা দ্বারা গমনাগমন করিতে পারে না। ঐ দণ্ডের নিম্নভাগে ধাতু নির্মিত যে ‘ছ’ নামক শূন্যগর্ত বস্তুটি আছে তাহা হাঁড়ির জলে ভাসিতে থাকে। যখন জল কমিয়া যায় তখন ঐ ‘ছ’ ভারী হওয়াতে ‘জচছ’ নামক দণ্ডে টান পড়ে। তাহা হইলেই ‘জবাঞট’ নামক দণ্ড-যন্ত্রের ‘জবা’ ভূজ অধিক ভারী হওয়াতে অপর ভূজ ‘বাঞট’ কিঞ্চিৎ উঠে। পরন্তু ঐ ভূজ উন্নত হইলেই উহার ‘ঞ’ স্থানে যে ‘চ’ নামক সিপি বদ্ধ থাকে তাহাও উন্নত হয়। সুতরাং ‘দখ’ নামক প্রণালীর মুখ উন্মুক্ত হওয়াতে সেই প্রণালীর দ্বারা ‘চ’ এর উর্দ্ধবর্তী-পাত্রস্থিত জল গিয়া হাঁড়ির ভিতরে পড়ে।

জল হাঁড়ির ভিতর পড়িলেই আবার ‘ছ’ ভাসিয়া উঠে, ‘ছ’ ভাসিয়া উঠিলেই ‘চজ’ দণ্ড উন্নত হয়, এবং উহা উন্নত হইলেই ‘বাট’ ভূজ নামে, আর সেই ভূজ নামিলেই সিপি নামিয়া ‘দখ’ প্রণালীর মুখ বদ্ধ হইয়া যায়। আর অধিক জল হাঁড়ির ভিতর যায় না।

আরক্ষ কবাট।

বাষ্পীয় হাঁড়ি কেবল অগ্নিতাপেই নষ্ট হইতে পারে, এমন নহে। উহার ভিতর যে বাষ্প আছে তাহার বিস্তারণ শক্তি সমধিক হইয়া উঠিলে হাঁড়ি বিদীর্ণ হইয়া যাইবার সম্ভাবনা। যেমন অগ্নিতাপ নিবা-

রণের নিমিত্ত জল-নিয়ামক যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে সেইরূপ এই দ্বিতীয় আশঙ্কা নিবারণার্থ আর এক প্রকার যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে। সেই যন্ত্রের নাম আরক্ষ-কবাট।



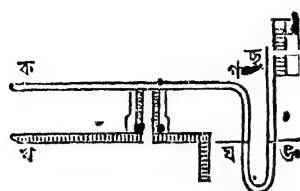
‘ক’ত হাঁড়ি; ‘খ’ ঊঁহা একটা ছিদ্র, সেই ছিদ্রের মুখে ‘চ’ নামক কবাট বদ্ধ আছে। আর ‘জ’হা একটা দণ্ড-যন্ত্র, উহার অব-
গত স্থান ‘জ’ এবং ‘হ’ স্থানে একটা

বিপর্যাস্ত ত্রিকোণ সূচী আছে যদ্বারা দণ্ড-যন্ত্রগী ‘চ’ নামক কবাটের উপর ভার দিয়া থাকে। দণ্ডের অপর প্রান্তে ‘ঞ’ নামক কোন ভারী দ্রব্য ঝুলিয়া আছে।

যখন হাঁড়ির অন্তর্গত বাষ্পের বল অধিক হয়, তখন উহা ‘চ’ নামক কবাটকে ঠেলিয়া তুলে, এবং সেই পথ দিয়া বাহির হইয়া যায়। ‘জ’হা দণ্ড, তুল্যযন্ত্রের নাম অঙ্কিত আছে। ‘ঞ’ ভারকে তাহার যেমন স্থানে আনা যায় সেই পরিমাণ বাষ্পের চাপ হইলে কবাট খুলে। এইরূপে যত বলের বাষ্প প্রস্তুত করা আবশ্যক, সেই পরি-
মিত বলেরই বাষ্প জমাইতে পারা যায়।

সুতরাং এমত বলা যাইতে পারে যে এই আরক্ষ-কবাটের দ্বারা বাষ্পীয় হাঁড়ির রক্ষা হয় এবং তদাত বাষ্পের বলও কখন কত থাকে তাহা জানিতে পারা যায়। পরন্তু এই দুইয়ের মধ্যে হাঁড়ির রক্ষাই এই কবাটের তাৎপর্য—বাষ্পের বল জানিবার উপায়ান্তর আছে। সেই যন্ত্রের নাম বাষ্প-মাপক; উহার প্রতিকল্প পরপৃষ্ঠায় প্রদর্শিত হইতেছে।

বাষ্প মাপক।



এই বাষ্পীয় হাঁড়ি উহা হইতে
‘গঘঙচ’ নামক একটি কাচনির্মিত
বক্র নল বাহির হইয়া আসিয়াছে।
সেই নল ‘গ’ দিক দিয়া পূর্ণ এবং তা-

হার উপরের দিক খোল। যদি হাঁড়ির ভিতর হইতে যে বাষ্প আইসে
তাহার চাপ বাহিরে বায়ুর চাপের সমান হয় তাহা হইলে উক্ত পারদ
‘গঘ’ নল ভাগে যত উন্নত হইয়া থাকে ‘চঙ’ নল ভাগেও ঠিক তত উন্নত
হইয়া থাকিবে। কিন্তু ক্রমে বাষ্পের চাপ যত অধিক হইতে থাকে
ততই ‘গঘ’ এর দিকে পারা নত হইয়া আইসে এবং ‘চঙ’ এর দিকে
উন্নত হইয়া উঠে। ‘ঘ’ অপেক্ষ ‘ঙ’ এর দিকে পারা যত ইঞ্চি অধিক
উন্নত হইয়া উঠে প্রতি বর্গ ইঞ্চি স্থানের উপর বাষ্পের চাপ তত
পোয়া হইতেছে জানিতে পারা যায়।

জল-মাপক।

পূর্বে যে ‘জল নিয়ামক’ যন্ত্রের বিবরণ করা গিয়াছে তদ্বারা
বোঝা হইয়া থাকিবে, যে বাষ্পীয় হাঁড়িতে আপনা হইতেই জল
যোগ্য, সুতরাং হাঁড়ি কখনই জলশূন্য হইতে পারে না। বাস্তবিক
তাহাই হয় বটে; এই যন্ত্রদ্বারা হাঁড়ির ভিতর সর্বদাই উপযুক্ত পরিমাণ
জল থাকে। কিন্তু বিজ্ঞ যন্ত্রকরেরা, পাছে জল নিয়ামক যন্ত্রে কোন
ব্যমাত ঘটে এই শঙ্কা প্রযুক্ত হাঁড়ির ভিতরে জল কখন কত আছে,
ইহা প্রত্যক্ষ করিবার অল্প একটি উদ্ভার করিয়াছেন। তাহার নাম
‘জল-মাপক’। উহা প্রতিকৃতি পরপৃষ্ঠায় প্রদর্শিত হইতেছে।

হইয়া যায়, সুতরাং ঐ রজ্জুর অপর প্রান্তে যে 'ঠ' নামক ধাতুময় পীঠ আছে তাহা নামিয়া চুল্লীর মুখ বদ্ধ করে। চুল্লীর মুখ বদ্ধ হইলেই আর তাহার ভিতর অধিক বায়ু প্রবেশ করিতে পারে না। বায়ু প্রবেশ অল্প হইলেই চুল্লীর জ্বলনও হ্রাস হয়। এইরূপে চুল্লী কখনকাল স্তিমিত-তেজঃ হইয়া থাকিলেই হাঁড়ির ভিতর অল্প বাষ্প আছে, তাহাতে উহার অন্তর্গত জলের উপর চাপ কমিয়া যায়, সুতরাং নলের ভিতরকার জলও নামিয়া আসে এবং তাহার সহিত 'ভাসমান ধাতু-পাত্র'ও নামে, আর ঐ পাত্র নামিলেই 'ঠ' উঠিয়া চুল্লীর মুখ উন্মুক্ত করিয়া দেয়—সুতরাং তাহাতে পুনর্ব্বার বায়ু প্রবেশ হওয়াতে উহা অধিক পরিমাণে জ্বলিয়া পুনর্ব্বার সর্মপিক বাষ্প জন্মান।

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

বাষ্পীয় হাঁড়ির প্রদান প্রদান অঙ্গ প্রত্যঙ্গের স্থূল স্থূল বিবরণ কথিত হইল। এক্ষণে ঐ বাষ্পীয়-হাঁড়ি-জাত বাষ্পকে যে, কিরূপ করিয়া কার্য্য-সাধনোপযোগী করা যায় তাহা সংক্ষেপে বলা যাইতেছে।

কোন যন্ত্রদ্বারা যেরূপ কার্য্য সাধন করা আবশ্যিক হউক না কেন, তদ্বারা একবার চক্র-গতি উৎপাদন করিতে পারিলেই অপর সকল ক্রিয়া সহজেই সম্পন্ন হইতে পারে। অতএব বাষ্পের বিস্তারণ শক্তিকে অবলম্বন করিয়া কি প্রকারে চক্রগতি উৎপাদিত হইয়াছে এ স্থলে তাহাই বলা যাইবে। কিন্তু কেবল চক্রগতি উৎপন্ন হইলেই হয় না। সেই চক্রগতির সর্ব্বাবস্থাতে সমান বেগ করিয়া রাখাও আবশ্যিক, কারণ সমবেগ না হইয়া একবার অধিক বেগ এবং একবার অল্প বেগ হইলে কোন কার্য্যই সুনির্ব্বাহিত হয় না; আর যন্ত্রটীও অতি শীঘ্র জীর্ণ

যোজক-দণ্ড একটা সূরহৎ চক্রে সংযুক্ত হয় এবং তাহা হইলে যেদণ্ড দেখায় তাহাও ঐ প্রতিক্রিয়াতে দৃষ্ট হইবে।

সেই স্থলে 'দশ' নামক ক্রান্তির যোজক-দণ্ড শরাস্ত্রিমুখে উস্থিত হইলেই 'কথগা' নামক চক্রটি স্বপার্থস্থ শরাস্ত্রিমুখে ভ্রামিত হয়; আবার ক্রান্তি 'হপম' আকারে অবস্থিত হইলে 'হপ' যোজক-দণ্ডের শরাস্ত্রিমুখে নিম্ন গতি হওয়াতে ঐক্রেও স্বপার্থবর্তী শরাস্ত্রিমুখে ঘুরে।

এইরূপে যোজক-দণ্ডের গতি ক্রমশঃ উপরানীচে হইলেই চক্র ভ্রামিত হয়। কিন্তু ঐ ভ্রমণের মধ্যে ক্রান্তি দুইবার এমন দুই স্থানে উপস্থিত হয় যে তথায় 'ক্রান্তির' বল কোন কার্যকারী হইতে পারে না। তাহার এক স্থান, যখন ক্রান্তির কার্যিকা যোজক-দণ্ডের ঠিক নীচে আইসে এবং অপর স্থান, যখন উহার ঊর্ধ্বে এক সরলারেখায় আসিয়া চক্রের ব্যাস স্বরূপে অবস্থিত হয়। ঐ দুই সময় 'ক্রান্তির' টানে চক্র না ঘুরিয়া উহার অক্ষে, অর্থাৎ মধ্য স্থানে সমুদায় বল পড়ে। হাতে করিয়া একটা বাঁতা ঘুরাইয়া দেখিলেই ইহা স্পষ্ট প্রত্যক্ষ হইবে। যদি হাত না ঘুরাইয়া কেবল কার্টিকে, টেলিয়া এবং টানিয়া অঙ্গে অঙ্গে বাঁতা ঘুরাইবার চেষ্টা করা যায় তাহা হইলে, যে, দুইবার বাঁতার কীলক এবং কার্টিকার মাথা ও হস্তের কফোনি সমস্ত পীড়িত হয় সেই দুইবার হাতের টান বাঁতার কেন্দ্রস্থিত কীলকের উপরে পড়ে, ঐ টানে বাঁতা ঘুরিতে পারে না। 'ক্রান্তি'ও এইরূপ হইতে পারে। এবং এই জন্যই ক্রান্তির উক্ত দুই অবস্থাকে 'অকর্মণ্যাবস্থা' বলা গিয়া থাকে। বাঁতাকে অঙ্গে অঙ্গে ঘুরাইতে গেলে এইরূপ হয় বটে। কিন্তু যদি উক্ত বাঁতাকে অত্যন্ত বেগে ঘূর্ণিত করা যায় তাহা হইলে, কীলকের প্রতি আকর্ষণ হয় না অর্থাৎ বাঁতা এক বারও অকর্মণ্যাবস্থায় অবস্থিত না হইয়া ঐ দুই স্থান হইতে, বেগে বাহির হইয়া পড়ে। জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণই এইরূপ উদ্ভবের একমাত্র কারণ।

কোন কোন বাঙ্গালীয় যন্ত্রে দুইটি 'ক্রাস্ক' সংযুক্ত থাকে। তাহারাই এমন ভাবে অবস্থিত হয় যে, 'একটির অকর্মণ্যস্থায় অপরটি কার্যকারী হইয়া চক্রের ঘূর্ণন সম্পাদন করে'। 'ক্রাস্ক' দুইয় পরস্পর ৯০ অংশ অন্তর থাকিলেই এইরূপ ঘটিতে পারে।

আড়া।

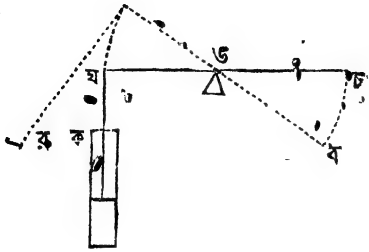
'ক্রাস্ক' যন্ত্রটি উল্লিখিতভাবে সঞ্চালিত হইলেই চক্রের ভ্রমণ হয় ইহা বোধগম্য হইয়া থাকিবে। এইক্ষণে ক্রাস্কের গতি কি প্রকারে সিদ্ধ হয়, তাহার বিবরণ করা আবশ্যিক।

সকলেই দেখিয়া থাকিবেন যে, টেকির এক দিক পায়ে করিয়া চাপিয়া ধরিলে তাহার অপর দিক উন্নত হইয়া উঠে। বস্তুতঃ অবলম্ব-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্র মাত্রেরই এই প্রকৃতি যে, উহার এক দিক নত হইলে অপর প্রান্ত উন্নত হয়। 'ক্রাস্কের যোজক-দণ্ড' এরূপ একটি অতি লম্ব দণ্ড-যন্ত্রের এক প্রান্তে সংলগ্ন থাকে। সেই দণ্ডের নাম 'আড়া'। ক্রাস্ক এবং চক্র সমন্বিত আড়ার প্রতিকৃতি ২০৯ পৃষ্ঠে প্রদর্শিত হইয়াছে।

'কথ' আড়া; 'গ' উহার অবলম্ব; 'খজ' ক্রাস্কের যোজক-দণ্ড এবং 'চঘঙ' চক্র আর 'বা' সেই চক্রের অক্ষ। আড়ার 'ক' এর দিক নত হইলে 'খ' এর দিক উঠে আর 'ক' উন্নত হইলে 'খ' নত হয়। সুতরাং পর্যায়ক্রমে 'খ' নতোন্নত হইলেই 'ক্রাস্ক' সংযোগে 'চঘঙ' চক্র এবং 'বা' তাহার অক্ষ ঘুরিতে থাকে। আড়ার অপর দিক, অর্থাৎ 'ক' এর দিক কিরূপে সঞ্চালিত হয় তাহা পরে বলি যাইবে।

(সামান্ত্রাল গতি নিয়ামক।)

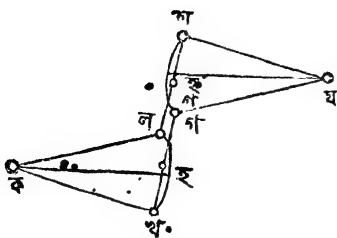
বল-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্রের দুই প্রান্ত সরল রেখাক্রমে সঞ্চালিত হয় নত। উহার উভয় দিকই ধর্মরাকার পথে গমন করে। দেখ 'উখ'।



দণ্ড যন্ত্র যদি 'উ' অবলম্বের উপর পরিচালিত হইয়া 'বও' ভাবে অবস্থিত হয়, তাহা হইলে উহার দুই প্রান্ত অবশ্য ধুরা-কার পথে গমন করিবে। অর্থাৎ

এ দুই পথ সরল রেখা হইবে না—দুইটাই বৃত্ত-পরিধির অংশ হইবে। অতএব যদি 'ঘ' এর দিকে এক যষ্টি বদ্ধ করিয়া দেওয়া যায়, তবে সেই যষ্টিও কদাপি লম্বরেখাক্রমে উত্থিত বা পতিত হয় না। 'ঘ' উত্থিত হইলে ঐ যষ্টির প্রান্ত 'র' স্থানে আসিয়া উপস্থিত হয়।

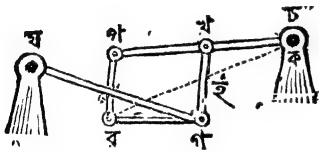
বাস্পীয় যন্ত্রে একটা চুঙ্গীর ভিত্তর অর্গল সংকালিত হওয়া আব-শ্যক; কিন্তু যে রূপ কথিত হইল তাহাতে অবশ্য বোধ হইয়া থাকিবে যে, সেই অর্গলকে কেবল আড়ার মুখে বাঁধিয়া দিলেই কার্য নির্বাহ হইতে পারে না। এই হেতু বিজ্ঞানর ওয়াট্ সাহেব 'সমন্ত-রাল-গতি-নিয়ামক' নামে এক প্রকার অতি বিচিত্র উপায় স্বক্ট করেন। নিম্নবর্তী প্রতিকৃতি দেখিলে, তাহা প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ হইবে।



'ক' এবং 'খ' দুই দণ্ড, উহার পদস্বর সমান এবং আপ-নাপন কীলকের অর্থাৎ 'ক' এবং 'ঘ' এর চতুর্দিকে ঘুরিতে পারে আর তাহাদিগের উভয়ের 'খ'

এবং 'গ' প্রান্তভাগ 'গ' দণ্ড দ্বারা সংযুক্ত আছে, 'হ' ঐ যোজক দণ্ডের মধ্য স্থান। দেখ, যদি 'খ' এবং 'ঘ' উভয়েই একেবারে

ঘুরিয়া প্রথমটীর মুখ 'ল' পর্য্যন্ত এবং দ্বিতীয়টীর মুখ 'শ' পর্য্যন্ত উঠে তাহা হইলে 'গ'খ' দণ্ড ও উহাদিগের সঙ্গিত উঠিয়া 'ল'শ' রেখাক্রমে অবস্থিত হইবে। তাহাতে স্পষ্টই বোঝাই হইতেছে যে 'গ'খ' এর 'খ' প্রান্ত 'ল' স্থানে যায়। পূর্বাংশে কিঞ্চিৎ দক্ষিণ দিকে আসিয়াছে, কিন্তু 'গ' ও 'শ' স্থানে যাওয়ার তে ঠিক সেই পরিমাণে বাৎ দিকে গিয়াছে। সুতরাং 'গ'খ' দণ্ডের মধ্য ভাগ, অর্থাৎ 'হ' স্থান সরল রেখাক্রমেই চালিত হইয়াছে। ফলতঃ এই স্থান পার্শ্বের দিকে সরে না, কেবল নতোনত ভাবেই চলিতে থাকে।



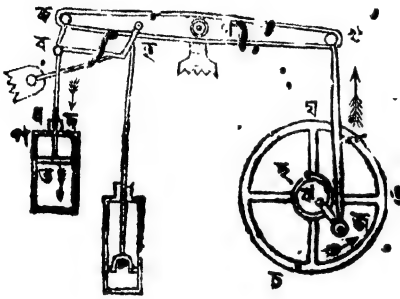
একগনে বাষ্পীয় যন্ত্রের আড়াতে কি প্রকারে উক্ত দণ্ড সকল সংযুক্ত হইয়া থাকে তাহা স্পষ্ট করা যাইতেছে। এই পার্শ্ব-বর্তী প্রতিক্রিয়াতে 'ক'খ' এবং 'গ'গ' স্ব স্ব কীলকের উপর চা-

লিত হইলে 'খ'গ' যোজকদণ্ডের মধ্যস্থান 'হ' ঠিক সরল রেখায় চালিত হয়। পরন্তু 'পর' 'খ'গ' রেখার সমান এবং সমান্তরাল আর 'র'গ' ও 'প'খ' এর সমান এবং সমান্তরাল আর 'পর' যে দিকে যেমন সরে 'খ'গ' ও সেই দিকে তেমনি সরে, সুতরাং 'পর' 'খ'গ' চতুর্ভুজ ক্ষেত্রটি সকল সময়েই সমান্তরাল থাকিয়া যায়, সুতরাং 'হ' স্থানের গতি মৈত্রপ হয় 'র' স্থানের গতিও সেইরূপ হয়। পরন্তু 'হ' এর গতি সরল রেখাক্রমে হয় ইহা পূর্বেই বলা গিয়াছে, অতএব 'র' এরও তাহাই হয়। ফলতঃ এই 'হ' স্থানে বাষ্পীয় যন্ত্রের চুঙ্গীর অর্গল বদ্ধ থাকে আর 'হ' স্থানে একটি বায়ু-ও-জলনির্গমন-যন্ত্রের অর্গল বদ্ধ থাকে। সুতরাং সেই উভয় অর্গলেরই গতি সরল রেখাক্রমে হয়।

সম্ম বিজ্ঞান ।

বাস্পীয় চুঙ্গী এবং অর্গল :

নিম্নবর্তী প্রতিকৃতির দৃষ্টিকোণে ভাঙা বাস্পীয় চুঙ্গী এবং তাহার অর্গলের প্রতিক্রিয়া প্রকাশিত আছে। এই চিত্রে দৃষ্টিপাত করিয়া দেখ 'পাত' চুঙ্গী এবং 'বত' তাহার অর্গল। ঐ চুঙ্গী লোহ নি-

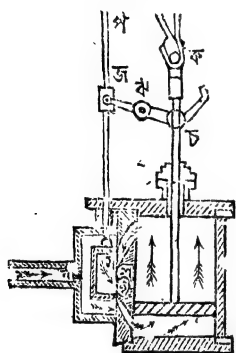


শ্মিত এবং শূন্যগর্ত।
উহার ভিতর অর্গল
এমতরূপে প্রবিষ্ট
আছে যে, তাহাতে
বায়ু বা বাষ্প কিছু
রই গমনাগমনের
পথ নাই। বিশেষতঃ

চুঙ্গীর মুখে 'ম' নামক আর একটি পাত্র থাকে তাহা তৈল বসন্ত প্র-
ভৃতি মেহ দ্রব্য দ্বারা পরিবিক্ত স্রবস্ত্রে পরিপূর্ণ। উহারই ভিতর
দিয়া অর্গল চুঙ্গীর মধ্যে প্রবেশ করে, স্রবস্ত্র বাষ্প বা বায়ু কিছুই
ভিতর হইতে বাহিরে বা বাহির হইতে ভিতরে যাইতে পারে না।
পূর্বে যে বাস্পীয় ইঞ্জিনের বিবরণ করা গিয়াছে সেই ইঞ্জিন হইতে
একটা নল আসিয়া চুঙ্গীর ভিতর প্রবিষ্ট হয়। বাষ্প ঐ নল দিয়া
ইঞ্জিন হইতে চুঙ্গীতে আইসে এবং একবার অর্গলের নীচে যাইয়া
আপন প্রবলতর বিস্তারণ শক্তি প্রভাবে অর্গলকে ঝেলিয়া তুলে,
আবার অর্গল কিয়দূর উঠিলেই বাষ্প উহার উত্তরের দিকে যাইয়া
অর্গলকে নামাইয়া দেয়। এইরূপে অর্গলটা একবার উঠে এবং এক-
বার নীচে আসিতে থাকে। স্রবস্ত্র আঁড়ার মুখও তদ্ব্যোগে নত-
নত হয়।

বাস্প কি প্রকারে একবার অর্গলের নীচের দিকে যায় এবং

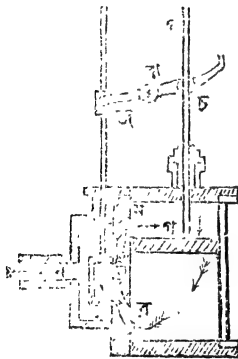
করিয়াই বা তৎপরক্ষণে উহার উপরের দিকে আইসে ইহা বিশেষ মনোযোগ পূর্বক বুঝা আবশ্যক । বাষ্পীয় যন্ত্রের সর্বাবয়বই অতি সুকৌশল-সম্পন্ন বটে, কিন্তু অন্য়্যাপেক্ষা এই ভাগটির বিশেষ চমৎকারিত্ব আছে এবং ইহাকে কেবল চিত্র দ্বারা স্পষ্ট করাও অতি কঠিন । বাষ্পের উদ্ধাদোগতি দুইটা কবাট সংযোগে সম্পন্ন হয়, তাহার একটীর নাম, ‘পিচ্ছিল-কবাট’ এবং দ্বিতীয়টির নাম ‘ডি-কবাট’ । উহাদিগের চিত্র নিম্নে এবং পর পৃষ্ঠে প্রদর্শিত হইতেছে :



পরবর্তী (অর্থাৎ ২১০ এবং ২১১ পৃষ্ঠের) চিত্রদ্বয়ের প্রথমটীতে বাষ্প কি প্রকারে আসিলে অর্গলের উদ্ধ গতি হয় তাহা প্রদর্শিত হইতেছে । ‘ন’ উহার বাষ্পনলী, ঐ নলীর দ্বারা হাঁড়ি হইতে বাষ্প আসিতেছে, আসিয়া আর কোন দিকে পথ না পাওয়া ‘ম’ নামক পিচ্ছিল-

কবাট এবং ‘ল’ নামক ডি-কবাটের নীচে যে বন্ধ শর চিত্রিত হইয়া আছে তদ্বারা ‘চুঙ্গীর’ ভিতর প্রবেশ করিতেছে । বাষ্প অর্গলের নীচে আসিলেই তাহার বিস্তারণ শক্তি প্রভাবে অর্গলের মুখ উন্নত হই উঠে । কিন্তু কিয়দূর উঠিলেই উহার উপরিভাগে ‘চ’ স্থানে যে ‘চঙ্গ’ দণ্ড যন্ত্র বদ্ধ আছে তাহার ‘চ’ প্রান্ত উন্নত হয় । ‘চ’ উঠিলেই ‘ন’ অবলম্বে অপর দিকস্থ বাহুর প্রান্ত অর্থাৎ ‘জ’ নামিতে থাকে । ‘জ’ নামিয়া আসিলে ‘পম’ দণ্ডটীও নামে কিন্তু উহা নামিলেই পিচ্ছিল-কবাট নামিয়া আসিয়া পরবর্তী (২১১ পৃষ্ঠের) প্রতিকৃতিতে যে ভাবে আছে সেই ভাবে অবস্থিত হয় । স্তরতাৎক্ষণিক নৈমিত্তিক যে প্রণালীর মুখ মুক্ত ছিল তাহা বন্ধ হইয়া যায় ।

অতএব বাষ্প আর ঐ দিক দিয়া প্রবিষ্ট হইতে পারে না । এইক্ষণে বাষ্প পূর্ববৎ 'ন' দ্বারা আসিয়া পিচ্ছিল-কবাটের উপর দিক দিয়া 'ম' প্রণালী দ্বারা চুঙ্গীর ভিতর প্রবেশ করে এবং অর্গলের মুখের উপরিভাগে চাপ দেয় । সুতরাং অর্গল নামিয়া আসিতে থাকে । আবার অর্গল নামিতে নামিতে 'চ' নত এবং 'জ' উন্নত হয় । সুতরাং পিচ্ছিল-কবাট সেই সহযোগে উদ্ধ উঠে । কিয়দূর উঠিলেই 'র' প্রণালী মুক্ত এবং 'ক' প্রণালী বন্ধ হয় । অতএব প্রথম



প্রতিক্রিয়াতে যে অর্গল কার্য প্রদর্শিত হইয়াছে সেইক্রমক্রিয়া হইতে থাকে । এইক্রম পর্যায়ক্রমে পুনঃ পুনঃ হওয়াতে অর্গলের উদ্ধাধোগতি সম্পাদিত হয় । পরন্তু যখন অর্গলের মুখ যে দিকে উঠিবে সেই সময় যদি উহার বিপরীত দিকে বাষ্প বদ্ধ থাকে তবে সেই বাষ্পের প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত অর্গলের

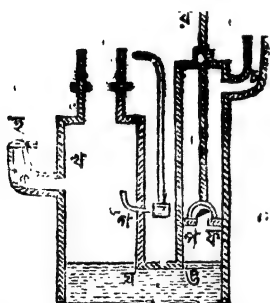
কোন দিকেই গতি হইতে পারে না । এই বৈসম্য নিবারণের জন্য অতি সুকৌশল পূর্বক বাষ্প বহির্গমনের একটি পথ প্রস্তুত হইয়া থাকে । পূর্ব প্রতিক্রিয়াটী (২১০ পৃষ্ঠাব) দেখিলেই ইহা স্পষ্ট হয় । যে, যখন অর্গল উপরের দিকে উঠিতেছে, তখন উক্ত উদ্ধাধোগতি স্থিত বাষ্প শরাভিমুখে যাইয়া পিচ্ছিল-কবাট এবং ডি-কবাটের পর্চাস্তাভাগে উপস্থিত হয়; কিন্তু পিচ্ছিল-কবাটের দ্বারা চতুর্দিক আবৃত থাকতে অন্য কোন দিকে গুণ্য না পাওয়া এই ডি কবাটে যে 'হ' নামক ছিদ্র আছে তাহারই দ্বারা বাহির হইতে থাকে । আবার যখন অর্গল নামিয়া আইসে (২১১ পৃষ্ঠাব) তখনও নীচের

বাষ্প ‘র’ প্রণালী দিয়া ডি-কবাটের পশ্চাৎভাগে যায় এবং তথা হইতে ‘হ’ ছিদ্রে দ্বারা বাহির হয় ।

বাষ্প চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া যি হয় তাহা পরে কথিত হইতেছে ।

‘বাষ্প সংঘাতক’ ।

পূর্বেই বলা গিয়াছে যে, বাষ্পীয় যন্ত্রের অবাস্তুর ভেদ অনেক আছে । কিন্তু তন্মধ্যে প্রধান ভেদ দুইটি । এক ‘প্রকার যন্ত্রে বাষ্প, চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া বায়ুতে যায় আর এক প্রকার যন্ত্রে বাষ্পের তাদৃশ অপব্যয় হয় না—বাষ্প চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া একটি বৃহৎ পাত্রে অন্তর্গত হয় এবং সেখানে সংহত হইয়া পুনর্ব্বার জল হইয়া থাকে । ঐ পাত্রেই নাম বাষ্প-সংঘাতক ।



‘ক’ নামক প্রণালী দ্বারা চুঙ্গীর বাষ্প ‘খ’ নামক একটি লৌহবয় বৃহৎ-পাত্রে প্রবিষ্ট হয় । ঐ ‘খ’ এর চতুর্দিকে শীতল জল থাকে এবং ‘গ’ নামক প্রণালী দ্বারা উহার ভিতরেও শীতল জল প্রবিষ্ট হইতে থাকে ; বাষ্প সেই শীতল জল সংস্পর্শে তৎক্ষণাৎ ঘনীভূত হইয়া

জল হইয়া যায় । ‘ঘ’ নামক বাষ্প-সংঘাতকের তলভাগে ‘ঘ’ নামক একটি কবাট সংস্থাপিত আছে । সেই কবাট এরূপ যে, কেবল বাহিরের দিকেই খুলে, কদাপি ভিতরের দিকে খুলে না । বাষ্প ঘনীভূত হইয়া জল হইলে ‘ঘ’ কবাট উন্মুক্ত হয় এবং জল তৎক্ষণাৎ ঐ দ্বার দিয়া ‘ঙ’ নামক চুঙ্গীর ভিতরে প্রবেশ করে ।

বোম্বের্শ ।

উক্ত ‘ঙ’ নামক চুঙ্গীর ভিতর (২১২ পৃষ্ঠে) ‘পফর’ নামক একটি গর্ত আছে । সেই গর্তের মধ্যে ‘প’ এবং ‘ক’ নামক দুইটি কবাট

থাকে। তাহারা কেবল উর্দ্ধদিকেই খুলিতে পারে নীচের দিকে খুলে না। 'পক্ষর' অর্গলের অগ্রভাগ বাষ্পীয় যন্ত্রের আড়ার এক স্থানে সংযুক্ত থাকে। আড়াই সেই দিকে উঠিলেই ঐ অর্গল উঠে। উহা উঠিলেই 'ঘ' এর পশ্চাৎস্থান, শূন্য হয়। সুতরাং ভিতরকার জল বাষ্পাদির চাপে ঐ কবাট খুলিয়া যায় এবং তৎক্ষণাৎ 'ঙ' স্থান ঐ সকল পদার্থে পরিপূর্ণ হয়। জ্বাবার যন্ত্র আড়ার নিম্নগতি বশতঃ বোমার অর্গল নামিয়া আসিত থাকে তখন 'ঙ' পাত্রস্থিত জল-বাষ্পাদির প্রতি উপর হইতে চাপ পড়িতে বোমার মুখের 'প' এবং 'ফ' নামক দুইটা কবাট খুলিয়া যায়। সুতরাং 'ঙ' স্থিত তাবৎ জল উপরে উঠে। উপরে উঠিয়া উহা 'চ' নামক প্রণালী দ্বারা চলিয়া যায়। ঐ 'চ'ই বাষ্পীয় হাঁড়ির জল-যোজন প্রণালী। সুতরাং ইহাতে যে জল পড়ে, তাহা পুনর্বার বাষ্পীয় হাঁড়িতেই যায়। কি চমৎকার! একবার যে জলকে বাষ্প করাতে সেই বাষ্পের বিস্তার-শক্তি প্রভাবে চুম্বীর অর্গল পরিচালিত হইয়াছিল, সেই জলই পুনর্বার বাষ্প সংঘাতক-যন্ত্র মধ্যে আসিয়া জল হইল, এবং বোমা দ্বারা উত্তোলিত হইয়া প্রণালী সহকারে পুনর্বার হাঁড়ির ভিতর প্রবেশ করিল। এইরূপ বারম্বার হইতে থাকিল। অতএব যদি নীতল-জল-সেক ব্যতিরেকে বাষ্প সংঘাতের উপায়াস্তর থাকিত তবে এইরূপ বাষ্পীয় যন্ত্রে একবার জল লইলে পুনর্বার জল গ্রহণ করিবার কোন প্রয়োজন হইত না।

তৃতীয় অধ্যায়

পূর্বে যাহা যাহা কথিত হইয়াছে তৎসমুদায় স্মরণ থাকিলে অবশ্যই বোধ হইবে যে, বাষ্পীয় যন্ত্র উক্ত সমুদায় ভাঙ্গ প্রত্যঙ্গ সমন্বিত হইলেই কার্যসাধনোপযোগী হয়। দেখ, চুম্বীর তাপে হাঁড়ির মধ্যে বাষ্প হইতে থাকিল। জলনিয়ার্ক-যন্ত্র ঐ

‘প্রয়োজন’রূপ জল যোগাইতে লাগিল, বাষ্প-বাহিনীদ্বারা বাষ্প, চুঙ্গীতে প্রবিষ্ট হইল এবং সেই চুঙ্গীর পিচ্ছিল-কবাট এবং ডি-কবাটের দ্বারা বাষ্প এবং ‘চুঙ্গীর’ উপরের দিকে এবং পেরে নিম্নভাগে যাইয়া, চাপ প্রদান করিল। তাহাতেই চুঙ্গীর অর্গল উপর নীচে করিয়া পরিচালিত হইল, ‘ও তৎসহযোগে’ আড়ার এক দিকের উল্লান্বিত গোলায়িত হওয়াতে উহার অপর দিকও চালিত হইল, স্রোতঃ ধোজক এবং ঘূর্ণন দণ্ড সহকারে ঘূর্ণের ও তৎ-সংক্রান্ত চক্রের ভ্রমণ হইতে লাগিল; আর বাষ্পও চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া; সংযতক-যন্ত্রে গিয়া পুনর্ব্যার জলরূপে পরিণত হইয়া বোমারূপে দ্বারা উত্তোলিত হইলেই পুনর্ব্যার জলযোজক প্রণালী দ্বারা বাষ্পের হাঁড়িতে আগমন করিল।

তবে আর বাকী কিছুই নাই, বোধ হয়। ফলতঃ তাহা নহে। বাষ্পীয় যন্ত্রের গতিনিয়ামক আর প্রধান তিনটি অঙ্গ আছে। তাহা-দিগের প্রকৃতি অবগত হওয়া আবশ্যক। ‘না’ হইলে এই অতি সূক্ষ্ম-শল-সম্পন্ন যন্ত্রের সকল আশ্চর্য্য কোণে অবগত হওয়া হয় না।

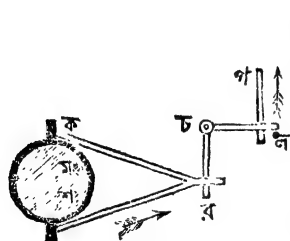
সেই তিনটির মধ্যে একটির নাম বিঘম-কৈল-চক্র—দ্বিতীয়টির নাম ‘গবর্ণর’ এবং তৃতীয়টির নাম উদ্ভূতচক্র। এই তিনটির বিবরণ ক্রমশঃ প্রকাশিত করা যাইতেছে।

বিঘম কৈল চক্র।

একটি চক্রাকার কাঠ খণ্ড লও, সেই কাঠ-খণ্ডের কেন্দ্রের কিয়দূরে একটি ছিদ্র কর। পেরে এই চক্রের চতুর্দিকে একটি অঙ্গুরীয় পরিহিত করিয়া দেও। অঙ্গুরীয়টি যেন চক্রের গায়ে অধিক আঁটিয়া না বসে অথচ পাশ্বে দিকে এমন রূপে বদ্ধ থাকে যে কোন প্রকারে খসিয়া না পড়ে। পেরে এই অঙ্গুরীয়ের দুই দিকে দুইটি দণ্ড বদ্ধ করিয়া সেই দণ্ড দুয়ের মুখ একত্র, সংযুক্ত করি। এইরূপ করিয়া যদি চক্রের ছিদ্রে সীকীলক বদ্ধ করিয়া তৎসহযোগে এই চক্রকে ঘূর্ণিত করিতে

তাহা হইলেই দেখিতে পাইবে যে, চক্রটী যত ঘুরিতে থাকিবে পৃষ্ঠোক্ত দণ্ড দ্বয়ের মুখও স্ফীক্লিত হইয়া একবার চক্রের ষ্টিকে কিংবা সঁরিয়া আসিবে আবার তাহার পর কিঞ্চিদূরে গমন করিবে। সুতরাং চক্রটী ক্রমাগত এক দিকে ঘুরিলেও উক্ত দণ্ড দ্বয়ের মুখ ভাগ সরল রেখা ক্রমে গমনাগমন করিতে থাকিবে।

এইরূপ যন্ত্রকে বিসম-কেন্দ্র-চক্র বলিয়ায়। এই চক্র বাষ্পীয় যন্ত্রের ক্ষেপনিসিত থাকে এবং সেই ক্ষেপন সহিত ঘুরে। ইহা দ্বারা ই পিচ্ছিল-কবাটের গতি সম্পাদিত হয়। ইহার প্রতিকৃতি নিম্নে প্রদর্শিত হইতেছে। এই চিত্র দেখিলেই বোধ হইতে পারে



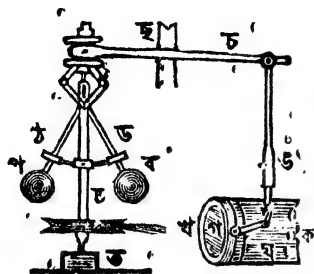
যে, ভিতরের চক্র খানির কীলক-স্থান যে 'ম' তাহা ঐহার বাস্তবিক কেন্দ্র নহে। চক্রটী 'ম'এর উপর ঘুরিলেই 'ক' এবং তন্নিম্নবর্তী স্থানে যে দণ্ড দ্বয়ের দুই প্রান্ত সংলগ্ন আছে, তাহা একবার নীচে এবং তাহার পর উপরের

দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং দণ্ডদ্বয়ের মুখ অর্থাৎ 'র' স্থান একবার সক্রিয়া আইসে আবার চলিয়া যায়, তাহাতেই 'রচলপ' শিখ-দণ্ড যন্ত্রের 'লপ' ভাগের উল্লানোগতি সম্পাদিত হইতে থাকে। ঐ 'লপ' স্থানেই বাষ্পীয় চুল্লীর অন্তর্গত পিচ্ছিল-কবাট সংযুক্ত হয়। সুতরাং উহাও তৎসহযোগে চলিতে থাকে।

গবর্ণর।

গতি-নিয়ামক গবর্ণর নামক দ্বিতীয় যন্ত্রের প্রকৃতি ইহা সম্প্রদায় অধিক চমৎকারজনক। গবর্ণর শব্দের অর্থ শাসনকর্তা। বস্তুতঃ এই

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।



যারা বাষ্প যথোচিত পরিমাণে চুঙ্গীর
 তিতরযোয়—একবার অধিক এবং এক-
 বার অল্প যাইতে পারে না, সুতরাং
 বাষ্পীয় যন্ত্রের গতিও বিষমবেগে
 নিশ্চল হয় না। পশ্চিম ভাগে ইহার

ଏକଟି ଅତିକୃଷ୍ଟି ଅମର୍ତ୍ତ ହେଲା ।

এই চিত্রের দক্ষিণ ভাগে 'গবর্ণর' 'এসং বামভাগে 'কথ' নামক বাষ্প-বাছিনী মলী দৃষ্ট হইতেছে, এই মলীর মুখে 'গ' নামক একটি কবাট এমন ভাবে নিবেশিত আছে যে 'ঙ' নামক দণ্ডের উর্দ্ধ গতি হইলে সেই মলীর মুখে ক্রমশঃ বদ্ধ হইয়া যায় এবং 'ঙ' এর নিম্নগতি হইলে উহা অপ্পে অপ্পে খুলিতে থাকে। এই 'ঙ' নামক দণ্ড 'চছ' নামক অপর একটি দণ্ডের এক দিকে সংলগ্ন আছে এবং এই 'চছ' দণ্ডের অপর প্রান্ত চিত্রের দক্ষিণভাগে যে 'গবর্ণর' যন্ত্র দৃষ্ট হইতেছে তাহার শীর্ষদেশে সংস্থাপিত রহিয়াছে। সুতরাং যদি গবর্ণরের শিরোদেশ কোন কারণে ন্যস্ত হইতে থাকে, তবে 'চছ' দণ্ডের যোগে 'ঙ' দণ্ডও তদ্বিপরীতভাবে পরিচালিত হইবে, সুতরাং তৎসংশ্লিষ্ট 'গ' নামক কবাটও আপনাকে ছুইতেই কখন বা বদ্ধ এবং কখন বা উন্মুক্ত হইবে। পরন্তু 'গ' নামক কবাট বদ্ধ হইলেই বাষ্পের পথ বদ্ধ হইয়া যন্ত্রের দ্রুত বেগ নিবারিত হয় এবং এই কবাট উন্মুক্ত থাকিলেই বাষ্পের পথ প্রশস্ত হওয়াতে যন্ত্রের গতিও ক্রমেবেগে সম্পাদিত হইতে পারে। 'এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে 'গবর্ণরের' নিম্নভাগে যে চক্রণী আছে তাহাকে এবং বাষ্পীয় যন্ত্রের অক্ষকে এই উভয়কে পরিবেষ্টন করিয়া একটি রজ্জু আছে, সুতরাং অক্ষের ঘূর্ণনে এই রজ্জু সংযোগে চক্রণী এবং তৎসহ গবর্ণরের 'চ' নামক মেক-দণ্ডও ঘুরিতে থাকে। অতএব অক্ষটি অধিক বেগে ঘুরিলে উক্ত মেক-

দণ্ডও সূত্রিণয় বেগসহকারে ঘূর্ণিত হয় । পরন্তু উহা হইলেই ‘প’ এবং ‘ব’ নামক দুইটী লোহময় গোলাও ঘূর্ণিতে ঘূর্ণিতে চক্রভ্রমণ-জনিত ঐকান্তিমুখ-বলের প্রাচুর্য্যাবে মেকদণ্ডের মিকট হইতে দূরে অপস্থত হইতে থাকে । কিন্তু যেমন কাঁচির মুখদ্বয় পরস্পর দূরবর্তী হইলে তাহাদিগের শিরোভাগ নত হইয়া কৌলকের মিকটে আইসে গবর্ণরের ঐ দুই গোলা পরস্পর দূরীভূত হইতে থাকিলেও উহা-দিগের শীর্ষদেশ সেইরূপে নীচ হইয়া আইনে । সুতরাং ‘চ’ দণ্ডেই যে প্রান্ত সেই শীর্ষদেশে সম্বন্ধ আছে, তাহাও নামিয়া পড়ে এবং তদ্বারাই বাষ্পীয় মলীর মুখ ‘গ’ কবাট দ্বারা বন্ধ হইয়া যায় । কিয়ৎক্ষণ সেই কবাট বন্ধ থাকিলে চুঙ্গীর ভিতর বাষ্প অগ্নি হয়, সুতরাং অর্গলের এবং তৎসহ আড়ার ও তদ্বারা ক্রান্তের যোগে অনেক বেগ কমিয়া আইসে । অনন্তর অনেক বেগ রজ্জু দ্বারা সংক্রান্ত হইয়া ‘গবর্ণরের যেটা বেগ জমিয়াছিল তাহাও হান হয়, সুতরাং ‘প’ এবং ‘ব’ ৭ গোলা দুইটী পরস্পর মিকটবর্তী হয়, এবং তাহা হইলেই গবর্ণরের শীর্ষদেশ উন্নত হইয়া উঠে, আর তাহা উঠিলেই ‘ছচ’ দণ্ডের যোগে পুনর্ব্বার ‘গ’ খুলিয়া যায় এবং বাষ্পের পথ মুক্ত হইয়া যন্ত্রের বেগ বৃদ্ধি হইতে থাকে ।

উড্ডীনচক্র ।

গতি-নিয়ামক তৃতীয় যন্ত্রের নাম উড্ডীন-চক্র । ইহা একটী লোহময় স্তম্ভহৎ চক্র মাত্র । ইহা বাষ্পীয় যন্ত্রের অনেক সংলগ্ন থাকে এবং তাহার সহযোগে ভ্রমিত হয় । বাষ্পীয় যন্ত্রের অর্গলের ভিত্তি যদিও সর্ব্ব সময়ে সমবেগে নিষ্পাদিত না হইবার মানি কারণ স্থিত হয়, তথাপি এই স্তম্ভহৎ উড্ডীন-চক্রটী একবার ঘণ্ডিত

হইয়া আছে। যখন বাষ্পীয় যন্ত্রে বল অধিক হয় তাহার অনেক ভাগ যেন এই সূর্যহৎ চক্রের ভ্রামণেই ন্যস্ত হইয়া থাকে, আবার যখন বাষ্পীয় যন্ত্রের বল হ্রাস হইয়া আইসে তখন এই চক্রের সর্ঘদিক-গুরুতা প্রযুক্ত তাহার বল হঠাৎ হ্রাস না হওয়াতে তাহা হইতেই প্রয়োজন-নুরূপ বল অক্ষ সঞ্চারিত হয়। ফলতঃ সড় পদার্থের যৈ স্বভাবসিদ্ধ নিশ্চেষ্টতা গুণ তাহা তাহাই যন্ত্রের কার্যকারিতার একমাত্র কারণ। উদ্ভীীন চক্রের প্রতিকৃতি - হার পূর্বে (২০৯ পৃষ্ঠে) আড়ার প্রতিকৃতির দ্বারা প্রদর্শিত হইয়াছে।

উপসংহার।

বাষ্পীয় যন্ত্রের সুমুদায় অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বিবরণ স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র রূপে বলা হইয়াছে, এক্ষণে পুস্তকের শেষভাগে উক্ত যন্ত্রের একটী সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। ইহার 'চ' স্থানে চুলী 'খ' স্থানে বাষ্পীয় হাঁড়ি, 'গ' জল-মাপক, 'ঙ' বাষ্প-মাপক, 'ধ' স্থলে রন্ধ-রুবাটী, 'বক' কল-নিয়ামক, 'খদ' বাষ্পীয় নলী, 'ঝা' জলপ্রণালী, 'গ' চুলী, 'ত' অর্গলের মুখ, 'ডুখ' স্থলে সমান্তরাল-গতি-নিয়াম যন্ত্র, 'ঞ' বাষ্প-সংঘাতক, 'ণ' বোমা, 'খকচ' আড়া, 'চদ' ক্রাক, 'জজ' উদ্ভীীন চক্র, 'ছ' গবর্নর, ইত্যাদি।

দ্বিতীয় খণ্ড সমাপ্ত।

